

Trabajo de Final de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

***Diseño y construcción de un módulo
de ajuste de la conmutación para
servomotores eléctricos***

ANEXOS

Autor: Albert Bhagwan Bahrnani

Director: Samuel Galceran Arellano

Convocatoria: Junio 2018



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Industrial de Barcelona



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Sumario

SUMARIO	1
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
A. ESTUDIO ERGONÓMICO.....	9
A.1. Peso máximo admisible del módulo	9
A.2. Estudio de la altura de sujeción recomendable	10
B. ALTERNATIVAS DEL BLOQUEO DEL ROTOR.....	11
B.1. Fuentes de corriente	12
B.2. Fuente de tensión y resistencias	15
C. CÁLCULO DEL DISIPADOR	19
C.1. Requerimientos	19
C.2. Disipador individual	19
C.3. Disipador único	25
D. AJUSTES Y CORRECCIONES REALIZADOS	29
D.1. Primeras pruebas	29
D.2. Pruebas con distintos voltímetros	34
D.3. Pruebas con motores de resistencia pequeña	37
D.4. Resultados al aplicar los ajustes	37
D.5. Comparativa con el osciloscopio	39
E. ANÁLISIS DE TIEMPOS.....	47
E.1. Tiempo improductivo	47

E.2. Tiempo de preparación de la máquina	48
E.3. Tiempo de conmutación	49
E.4. Tiempo total ahorrado.....	50
F. MANUAL DEL USUARIO	51
G. ELECCIÓN DE LA POSICIÓN DEL SELECTOR.....	57
H. MANUAL DE DISEÑO	61
H.1. Modificación de un motor existente	61
H.2. Añadir un motor no incluido en el listado	62
I. PLANIFICACIÓN	65
J. PRESUPUESTO DETALLADO	71
J.1. Costes de personal.....	71
J.2. Coste de investigación y desarrollo	72
J.3. Coste de la construcción del módulo.....	73
J.3.1. Coste de componentes.....	73
J.3.2. Coste de elementos auxiliares	74
J.3.3. Coste total de la construcción del módulo.....	76
J.4. Coste energético.....	76
J.5. Coste total	77
K. DOCUMENTACIÓN DE LOS COMPONENTES.....	79

Índice de figuras

Figura A.1 Peso teórico recomendado por el INSHT en función de la zona de manipulación de la carga.....	9
Figura B.1 Distribución del 30 % del Stall Current de los motores fabricados del año 2017 [elaboración propia]	11
Figura B.2 Distribución de las tensiones requeridas de los motores que requieren 0,25 A [elaboración propia]	12
Figura B.3 Distribución de las tensiones requeridas de los motores que requieren 1,5 A [elaboración propia]	13
Figura B.4 Distribución de las tensiones requeridas de los motores que requieren 7,5 A [elaboración propia]	13
Figura B.5 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current de los motores que requieren 0,25 A [elaboración propia]	14
Figura B.6 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current de los motores que requieren 1,5 A [elaboración propia]	14
Figura B.7 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current de los motores que requieren 7,5 A [elaboración propia]	15
Figura B.8 Distribución de la resistencia limitadora ideal para los motores fabricados en el año 2017 [elaboración propia]	16
Figura B.9 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current para la alternativa 2 [elaboración propia]	17
Figura B.10 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current para la alternativa 2 sin tener en cuenta los motores de gran envergadura [elaboración propia]	18
Figura C.1 Representación del primer montaje del disipador y las resistencias [elaboración propia]	20

Figura C.2 Perfil del disipador escogido [proporcionado por el fabricante]	20
Figura C.3 Temperatura superficial de la resistencia (montada en un disipador estándar) en función de la potencia a disipar para las resistencias de 6,8 y 18 Ω [proporcionado por el fabricante]	21
Figura C.4 Representación del cilindro (en azul) de la resistencia que genera la potencia [elaboración propia]	22
Figura C.5 Distribución de la temperatura de la resistencia de 6,8 Ω con disipador individual [elaboración propia]	23
Figura C.6 Distribución de la temperatura de la resistencia de 18 Ω con disipador individual [elaboración propia]	23
Figura C.7 Temperatura superficial de la resistencia (montada en un disipador estándar) en función de la potencia a disipar para la resistencia de 50 Ω [proporcionado por el fabricante]	24
Figura C.8 Distribución de la temperatura de la resistencia de 50 Ω con disipador individual [elaboración propia]	25
Figura C.9 Representación del segundo montaje del disipador y las resistencias [elaboración propia]	26
Figura C.10 Distribución de la temperatura de la resistencia de 6,8 Ω con disipador único [elaboración propia]	27
Figura C.11 Distribución de la temperatura de la resistencia de 18 Ω con disipador único [elaboración propia]	27
Figura C.12 Distribución de la temperatura de la resistencia de 50 Ω con disipador único [elaboración propia]	28
Figura D.1 Gráfico resultante de la prueba de normalidad [elaboración propia]	31
Figura D.2 Gráfico temporal de las medidas [elaboración propia]	31
Figura D.3 Resultado del estudio de capacidad [elaboración propia]	32

Figura D.4 Prueba de diferencia de medias de los desfases obtenidos en función del número de pares de polos de los motores [elaboración propia]	33
Figura D.5 Prueba de diferencia de medias de los desfases obtenidos en función del voltímetro para los motores de 4 pares de polos [elaboración propia]	36
Figura D.6 Histograma de los motores probados tras implementar los ajustes [elaboración propia]	39
Figura D.7 Salida del osciloscopio en la que se representa la tensión V-W del motor (verde) y la señal modulada coseno del resolver (amarillo) para un motor de 4 pares de polos [elaboración propia]	40
Figura D.8 Salida del osciloscopio en la que se mide la primera diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada coseno del resolver (amarillo) para un motor de 4 pares de polos [elaboración propia]	41
Figura D.9 Salida del osciloscopio en la que se mide la segunda diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada coseno del resolver (amarillo) para un motor de 4 pares de polos [elaboración propia]	42
Figura D.10 Salida del osciloscopio en la que se representa la tensión V-W del motor (verde) y la señal modulada seno del resolver (amarillo) para un motor de 2 pares de polos [elaboración propia]	43
Figura D.11 Salida del osciloscopio en la que se mide la primera diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada seno del resolver (amarillo) para un motor de 2 pares de polos [elaboración propia]	44
Figura D.12 Salida del osciloscopio en la que se mide la segunda diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada seno del resolver (amarillo) para un motor de 2 pares de polos [elaboración propia]	45
Figura F.1 Fotografía de la fijación del motor en la mordaza [elaboración propia].....	51
Figura F.2 Fotografía de la conexión y fijación de la manguera al módulo [elaboración propia]	52
Figura F.3 Fotografía de la conexión de la manguera al motor [elaboración propia]	52

Figura F.4 Fotografía del posicionamiento del selector [elaboración propia]	53
Figura F.5 Fotografía del módulo al encenderlo [elaboración propia]	53
Figura F.6 Fotografía del proceso de conmutación del resolver [elaboración propia]	54
Figura F.7 Fotografía de la fijación del estator del resolver [elaboración propia]	54
Figura H.1 Aspecto del archivo que permite calcular la resistencia adecuada para cada motor [elaboración propia]	61
Figura I.1 Diagrama de Gantt (primera parte) [elaboración propia]	68
Figura I.2 Diagrama de Gantt (segunda parte) [elaboración propia]	69

Índice de tablas

Tabla C.1 Áreas de disipación y grosores del disipador recomendados por el fabricante de las resistencias [elaboración propia].....	19
Tabla C.2 Generaciones volumétricas usadas para las simulaciones de las resistencias [elaboración propia]	22
Tabla C.3 Comparación de las temperaturas máximas obtenidas con disipador único e individual [elaboración propia].....	28
Tabla D.1 Desfase obtenido en el módulo de verificar de los primeros motores conmutados [elaboración propia]	29
Tabla D.2 Desfase obtenido en el módulo de verificar de los motores de 4 pares de polos conmutados en el nuevo módulo con los dos voltímetros [elaboración propia]	35
Tabla D.3 Desfase obtenido en el módulo de verificar de los motores conmutados en el nuevo módulo después de aplicar los ajustes [elaboración propia].....	38
Tabla D.4 Comparación de los desfases obtenidos mediante el osciloscopio y la máquina de verificación de los motores de 4 pares de polos [elaboración propia].....	42
Tabla E.1 Desglose del tiempo improductivo con el método de conmutación anterior [elaboración propia]	48
Tabla E.2 Desglose del tiempo de preparación con el método de conmutación anterior [elaboración propia]	49
Tabla E.3 Desglose del tiempo de preparación con el método de conmutación actual [elaboración propia]	49
Tabla E.4 Desglose del ahorro del tiempo de conmutación [elaboración propia].....	50
Tabla G.1 Correspondencia entre el motor a conmutar y la posición del selector [elaboración propia]	58

Tabla I.1 Tareas a realizar durante el proyecto con sus duraciones y tareas precedentes [elaboración propia]	65
Tabla J.1 Desglose del coste asociado al personal [elaboración propia].....	71
Tabla J.2 Desglose del coste asociado a los equipos y software usados [elaboración propia]	72
Tabla J.3 Desglose del coste asociado a los componentes [elaboración propia]	73
Tabla J.4 Desglose del coste asociado a los elementos auxiliares [elaboración propia]	74
Tabla J.5 Desglose del coste asociado a la construcción del módulo [elaboración propia] ..	76
Tabla J.6 Desglose del coste asociado al consumo energético [elaboración propia].....	76
Tabla J.7 Desglose del coste total del proyecto [elaboración propia]	77

A. Estudio ergonómico

A.1. Peso máximo admisible del módulo

Uno de los requisitos más importantes del módulo a diseñar es que éste sea móvil, y esto implica que, para diseñar la parte que facilite la movilidad, primero se deba saber el peso del módulo. Si éste cumple con el *Real Decreto 487/1997* entonces se podrá manejar el módulo y con unas asas será suficiente. En cambio, si no cumple, se deberá facilitar otro modo de transporte, por ejemplo, mediante un carro.

En el caso de que el peso sea el adecuado, el módulo se situará encima de una mesa, con lo cual la sujeción de la carga se podrá realizar con el módulo pegado al cuerpo y se manipulará la carga entre la altura de los nudillos y la altura del hombro, en función de la colocación de las asas y de la estatura de la persona. Tal como se muestra en la Figura A.1, el peso recomendado en la zona de trabajo varía entre 19 y 25 kg.

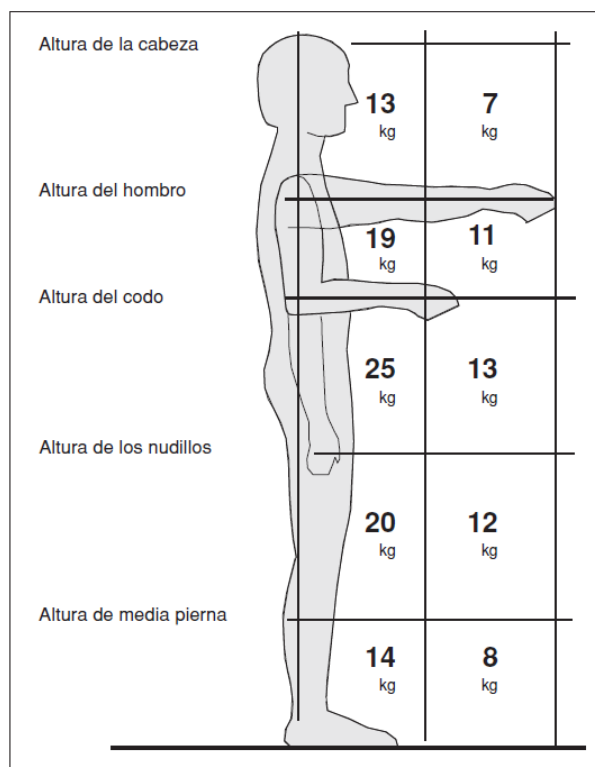


Figura A.1 Peso teórico recomendado por el INSHT en función de la zona de manipulación de la carga

Este peso orientativo protege al 85 % de la población y se recomienda, para proteger al 95 % de la población, aplicar un factor de corrección de 0,6. De este modo, se protege también a la población femenina, ya que también serán usuarias del módulo.

En conclusión, el peso máximo del módulo debería ser (una vez aplicado el factor de corrección) de 11,4 o 15 kg, ya que, en función de la altura final y de la estatura de la persona, la manipulación de la carga podría darse en dos zonas distintas de la Figura A.1. Por ello, a continuación se realiza un estudio de la altura recomendable.

A.2. Estudio de la altura de sujeción recomendable

Teniendo en cuenta los *Datos antropométricos de la población española*, proporcionados por el INSHT, se estima la zona de manipulación de la carga para poder establecer el peso máximo permitido. Además, se ha realizado una medición de la altura de la mesa de trabajo, siendo ésta de, aproximadamente, 90 cm.

La medida a tener en cuenta es la de la altura del codo, tal como se ha visto en el apartado anterior. Teniendo en cuenta al 95 % de la población, es decir, tomando el percentil 5 se obtiene un valor de 93,2 cm de esta medida. Con lo cual, habrán usuarios que trabajen en la zona entre el codo y el hombro correspondiente a la Figura A.1, ya que colocar unas asas a 3,2 cm de la mesa no es viable. En cambio, el percentil 95 corresponde a 112 cm, con lo cual, en función de la posición de las asas, habrán usuarios que trabajen en condiciones mejores debido a su estatura.

En conclusión, el peso máximo del módulo ha de ser de 11,4 kg, para proteger al 95 % de los usuarios, aunque haya usuarios que, al poder trabajar en una posición más cómoda por su estatura, podrían manipular de manera segura hasta 15 kg.

B. Alternativas del bloqueo del rotor

En el apartado 7.1 de la memoria se han presentado dos opciones para bloquear el rotor en función del motor a tratar:

1. Fuentes de corriente
2. Fuente de tensión y resistencias limitadoras

Para ambas opciones se ha tomado como referencia el 30 % del *Stall Current*, valor intermedio entre el mínimo y máximo establecido, ya que de este modo al agrupar los distintos motores el valor quedará dentro del rango de mencionado. La distribución de este valor de referencia se muestra en la Figura B.1, donde la frecuencia corresponde a la cantidad de motores fabricados el año 2017.

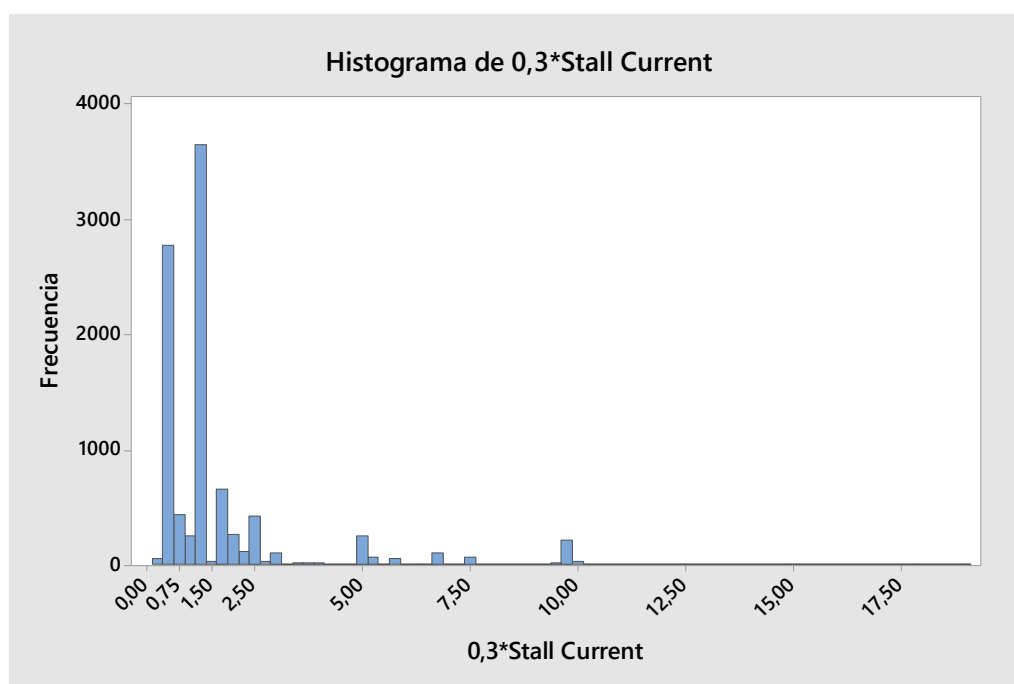


Figura B.1 Distribución del 30 % del *Stall Current* de los motores fabricados del año 2017 [elaboración propia]

A continuación se muestran los resultados obtenidos al analizar los datos de los motores para cada método. Cabe recalcar que en ambas opciones se ha intentado limitar al máximo el número de fuentes o resistencias, respectivamente, para facilitar la elección al operario, y se ha tenido en cuenta que las fuentes y las resistencias sean comerciales.

Además, se ha realizado un proceso iterativo hasta dar con la solución óptima para cada caso, sin embargo, solo se muestran las soluciones finales.

B.1. Fuentes de corriente

Tal como se pone de manifiesto en la Figura B.1, existen dos picos muy destacados en 0,75 y 1,5 A, por esto se ha decidido empezar a analizar la viabilidad del bloqueo del rotor mediante dos fuentes de corriente de las intensidades mencionadas. Además, para abarcar los motores que requieren más corriente, se ha añadido una fuente adicional de 7,5 A.

Después de analizar diversas opciones se ha llegado a una solución para cubrir todos los motores mencionados con solamente 3 fuentes:

1. Fuente DC de 24 V y 0,25 A
2. Fuente DC de 24 V y 1,5 A
3. Fuente DC de 12 V y 7,5 A

La tensión requerida se ha calculado a partir de la Ley de Ohm (Ec. 6.1), teniendo en cuenta la resistencia entre fases de cada motor y escogiendo la tensión máxima obtenida. Las gráficas de las tensiones se muestran en la Figura B.2, B.3 y B.4.

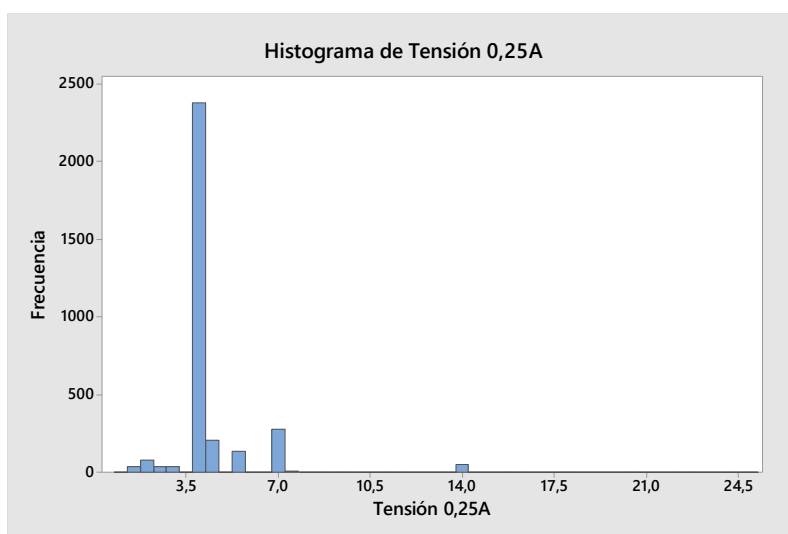


Figura B.2 Distribución de las tensiones requeridas de los motores que requieren 0,25 A [elaboración propia]

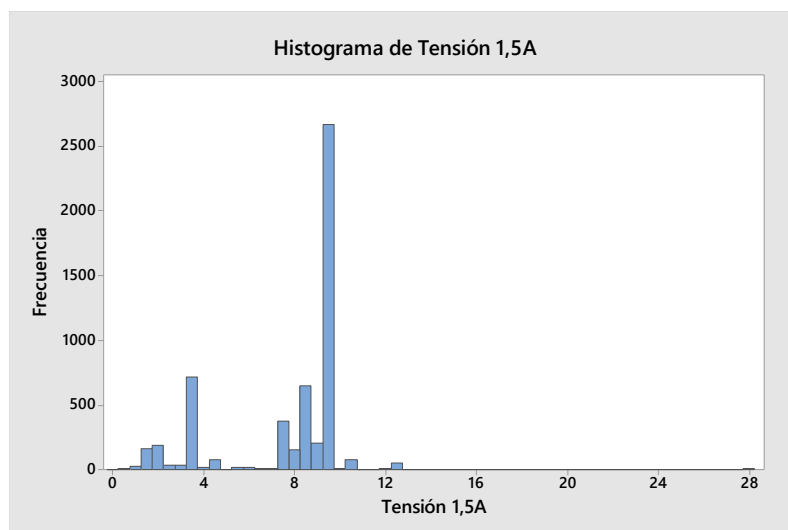


Figura B.3 Distribución de las tensiones requeridas de los motores que requieren 1,5 A [elaboración propia]

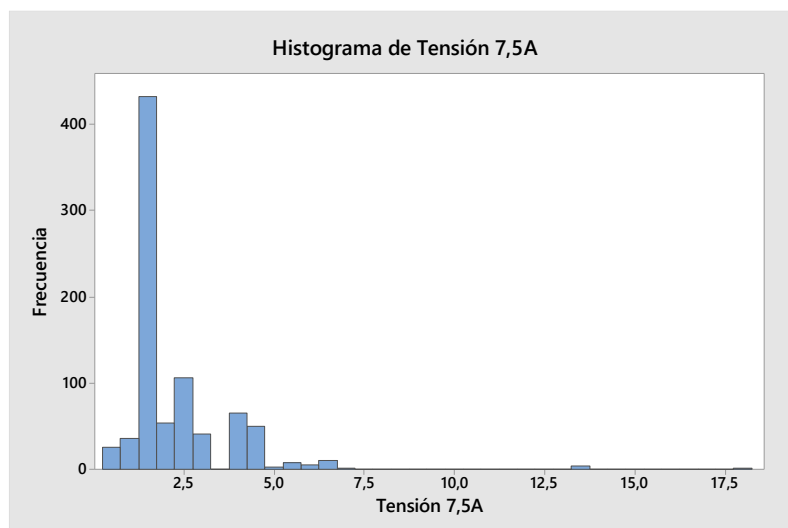


Figura B.4 Distribución de las tensiones requeridas de los motores que requieren 7,5 A [elaboración propia]

En los histogramas hay valores de tensiones superiores a los mencionados anteriormente. Por ello, se ha estudiado cada caso individualmente y se ha comprobado que al bajar la tensión hasta los 24 o 12 V, respectivamente, y la consiguiente bajada de la corriente inyectada, los motores se pueden bloquear correctamente ya que siguen estando dentro de rango establecido. En la Figura B.5, B.6 y B.7 se muestran las gráficas del porcentaje sobre el *Stall Current* resultantes de la elección de las fuentes. Tal como se pone de manifiesto, todos los motores estarían comprendidos dentro del rango de corriente establecido, es decir, entre el 10 y el 50 % del *Stall Current*.

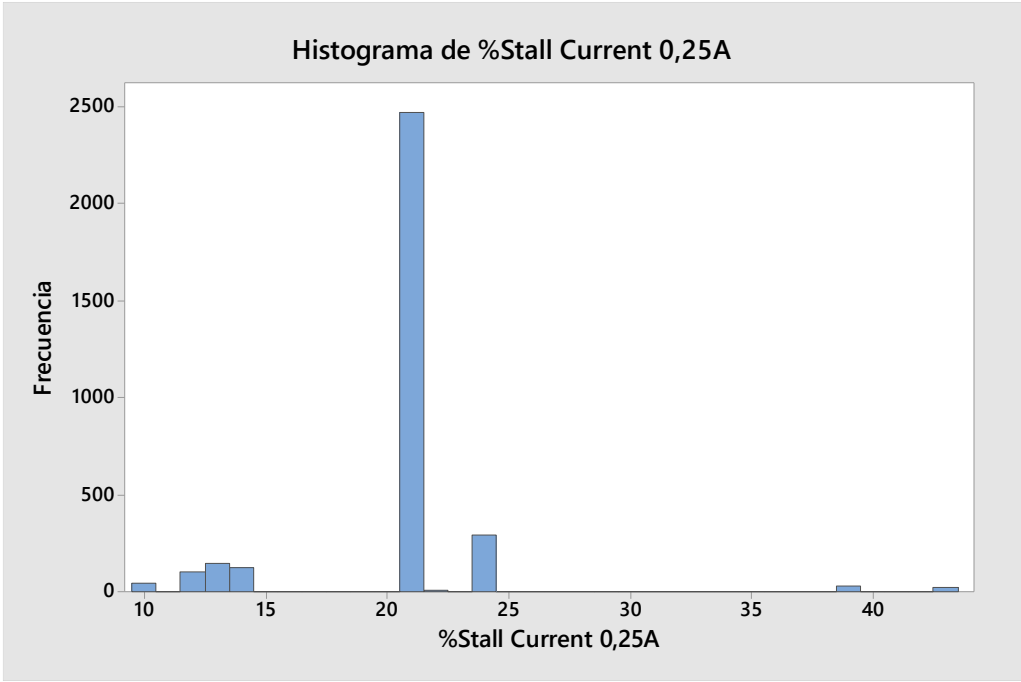


Figura B.5 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current de los motores que requieren 0,25 A [elaboración propia]

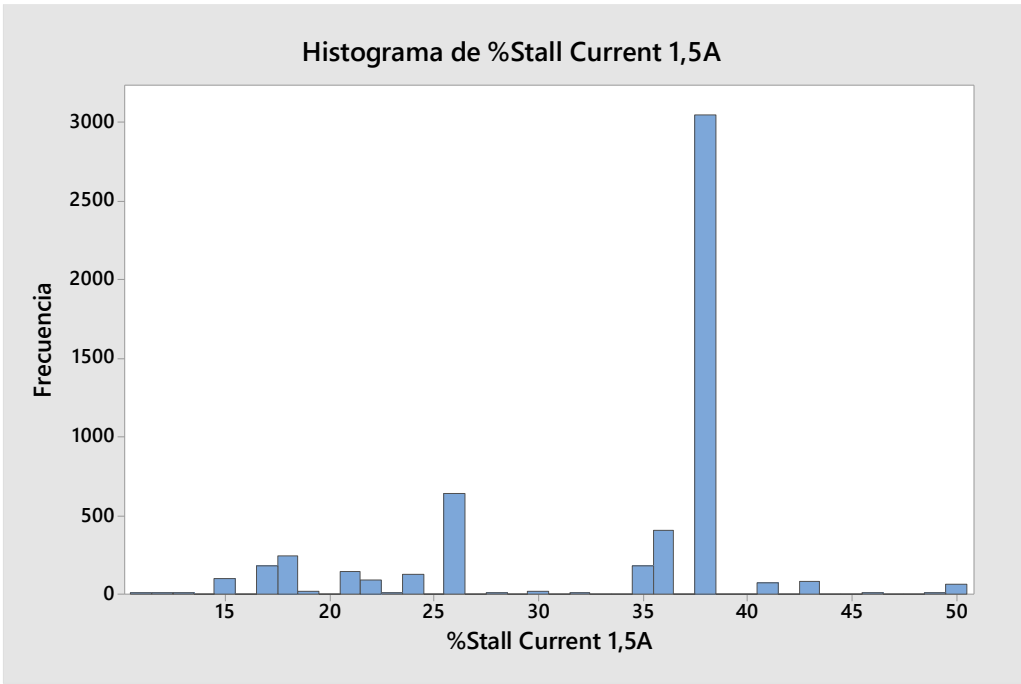


Figura B.6 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current de los motores que requieren 1,5 A [elaboración propia]

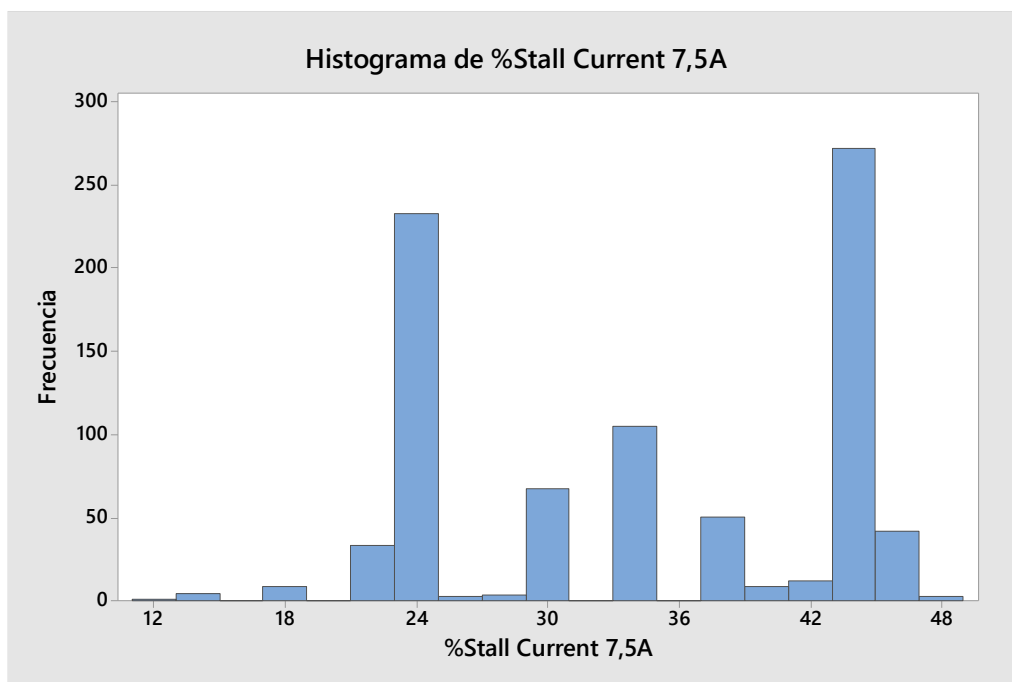


Figura B.7 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current de los motores que requieren 7,5 A [elaboración propia]

Finalmente, el uso de cada fuente, según los datos de los motores fabricados en 2017, queda de la siguiente manera: 33,71 % con la fuente de 0,25 A, 57,54 % con la fuente de 1,5 A y 8,75 % con la fuente de 7,5 A. Por tanto, la fuente con menos uso es la de 7,5 A ya que la producción de los motores de gran envergadura es muy pequeña respecto a la del resto de motores, con lo cual, se podría prescindir de esta fuente y ajustar estos motores de forma separada. De este modo, se ahorraría espacio, peso y coste, ya que justamente esta fuente es la más cara y la más grande.

B.2. Fuente de tensión y resistencias

Esta opción para bloquear el motor ha requerido de muchas más iteraciones debido a que primero se debe elegir una fuente y luego mirar si con un número limitado de resistencias es posible abarcar todos los motores posibles. De este modo se ha llegado a la solución planteada a continuación, que consta de una fuente de 24 V y 5 A y 3 resistencias. Además, se requiere de una cuarta opción que no incorpore una resistencia limitadora de corriente, y, en los histogramas que se muestran más adelante, corresponde con una resistencia de 0 Ω .

Del mismo modo que en la alternativa 1, se ha analizado, primeramente, con una corriente a proporcionar del 30 % del *Stall Current*. A continuación, se ha fijado el valor de la tensión nominal y la intensidad máxima de la fuente para calcular la resistencia limitadora ideal para cada motor en concreto, a partir de la resistencia entre fases del propio motor. Para la solución final, la distribución de las resistencias ideales se muestra en la Figura B.8.

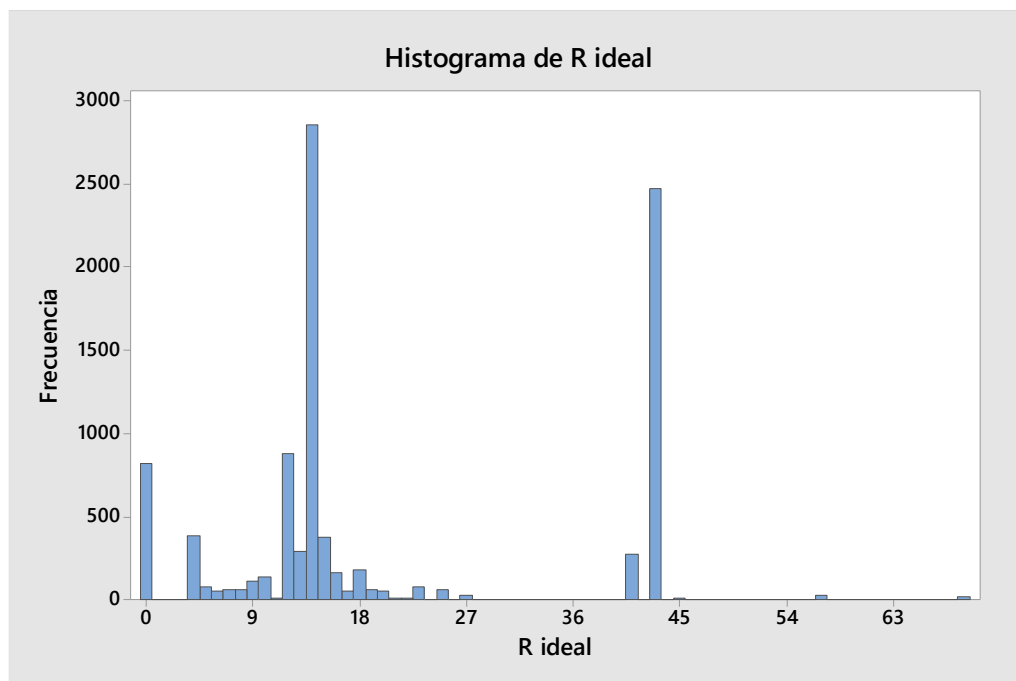


Figura B.8 Distribución de la resistencia limitadora ideal para los motores fabricados en el año 2017 [elaboración propia]

Tal como se muestra en la Figura B.8, existen dos picos muy destacados en 14 y 43 Ω . Adicionalmente, existen otros dos picos de menor frecuencia que corresponden con 0 y 12 Ω . Por tanto, se ha empezado a iterar asignando estos 4 valores a cada motor en función del rango de corriente establecido. Finalmente, se ha llegado a la solución óptima que consta de las siguientes resistencias:

1. Resistencia de 6,8 Ω
2. Resistencia de 18 Ω
3. Resistencia de 50 Ω

Adicionalmente, es necesario incluir una opción que permita trabajar sin resistencia limitadora. Mediante estas 4 opciones se obtiene el gráfico de la distribución del % obtenido respecto el *Stall Current*, tal como se muestra en la Figura B.9.

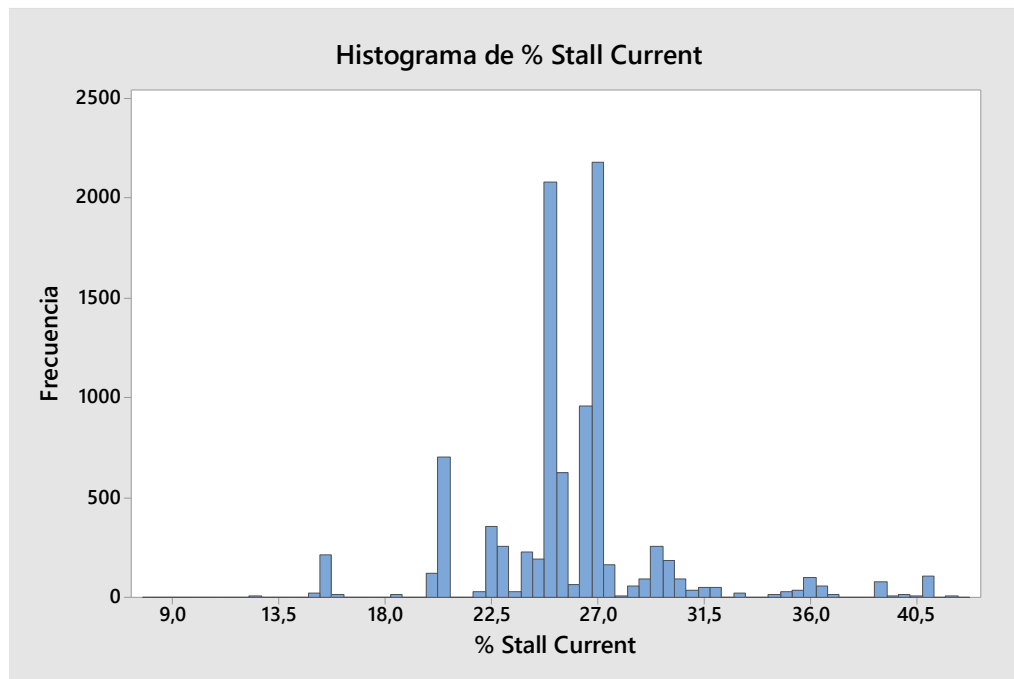


Figura B.9 Distribución del porcentaje respecto al *Stall Current* para la alternativa 2 [elaboración propia]

Tal como se muestra en la Figura B.9, los valores están bastante centrados respecto al valor de referencia, el 30 % del *Stall Current*. Sin embargo, hay una desviación hacia los valores bajos llegando incluso a bajar del 10 %. Esto solo sucede en 6 de los 9721 motores fabricados en 2017. Por esto, se ha analizado individualmente cada caso y se ha comprobado que con la corriente inyectada, calculando el par resultante mediante la constante de proporcionalidad K_t , se puede vencer al par de reluctancia e incluso doblarlo o triplicarlo. Con lo cual, se da por válido este diseño para la alternativa 2.

En la alternativa 1 se ha propuesto prescindir de los motores que requieren de mucha corriente, ya que solo suponen un 8,75 % del total de motores. Si evitamos los mismos motores en esta alternativa la distribución (véase Figura B.10) queda aún mejor centrada en el rango establecido y no se aprecian valores cercanos al 10 %, a diferencia de la distribución anterior.

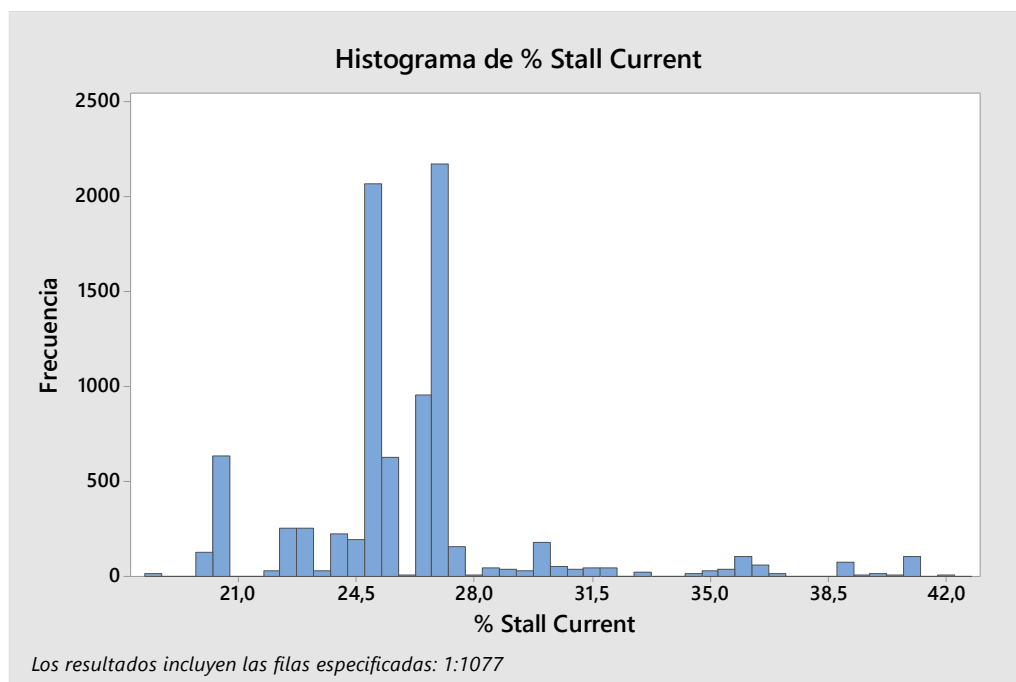


Figura B.10 Distribución del porcentaje respecto al Stall Current para la alternativa 2 sin tener en cuenta los motores de gran envergadura [elaboración propia]

En el caso de que se desee aumentar la corriente inyectada de estos motores, la fuente requerida pasaría a ser de 10 A, ya que en el diseño actual no se limitan con resistencia alguna. La fuente no solo es más cara, sino que su tamaño y peso aumenta de forma considerable y se requeriría de una resistencia adicional, complicando así la compactación y movilidad del módulo, solamente para mejorar el bloqueo de un 8,75 % de los motores.

A priori, el bloqueo de los motores de gran envergadura no debería suponer un problema con este diseño. La única cuestión es la precisión del alineamiento con la fase U, lo cual se debería analizar experimentalmente durante la puesta en marcha del módulo y estudiar la viabilidad de la incorporación de estos motores en este módulo de conmutación. De hecho, algunos de estos motores se han conmutado de forma separada hasta ahora ya que, justamente, su demanda es muy baja.

Finalmente, el uso de cada resistencia, según los datos de los motores fabricados en 2017, queda de la siguiente manera: 8,88 % con la resistencia de 0 Ω , 8,92 %, con la resistencia de 6,8 Ω , 52,99 % con la resistencia de 18 Ω y 29,21 % con la resistencia de 50 Ω . Con lo cual, el porcentaje de la resistencia de 0 Ω es muy parecido al de la fuente de 7,5 A de la alternativa 1, ya que en ambos casos corresponden con los motores de gran envergadura.

C. Cálculo del disipador

C.1. Requerimientos

Tal como se ha justificado en el apartado 7.8, es necesario montar el disipador junto con las resistencias fuera del armario. Por tanto, los dos diseños que se detallan en los siguientes subapartados solamente contemplan esta ubicación del conjunto.

La elección del disipador adecuado se ha realizado de manera iterativa buscando un disipador disponible en el mercado con los requerimientos que se detallan en la Tabla C.1, en la cual figuran las áreas de disipación y los grosores recomendados por el fabricante. Cabe recalcar que estas áreas permiten disipar la potencia máxima de la resistencia a una temperatura ambiente de 25 °C, y por eso se ha tenido en cuenta este valor al hacer las simulaciones de los siguientes apartados.

*Tabla C.1 Áreas de disipación y grosores del disipador recomendados por el fabricante de las resistencias
[elaboración propia]*

Resistencia [Ω]	Área de disipación recomendada [mm^2]	Grosor [mm]
6,8	99500	3
18	53500	1
50	53500	1

C.2. Disipador individual

Esta opción se basa en que cada resistencia tiene su propio disipador, ya que de este modo se puede fijar el disipador sin necesidad de un saliente excesivo en la parte posterior del armario, tal como se pone de manifiesto en la Figura C.1.

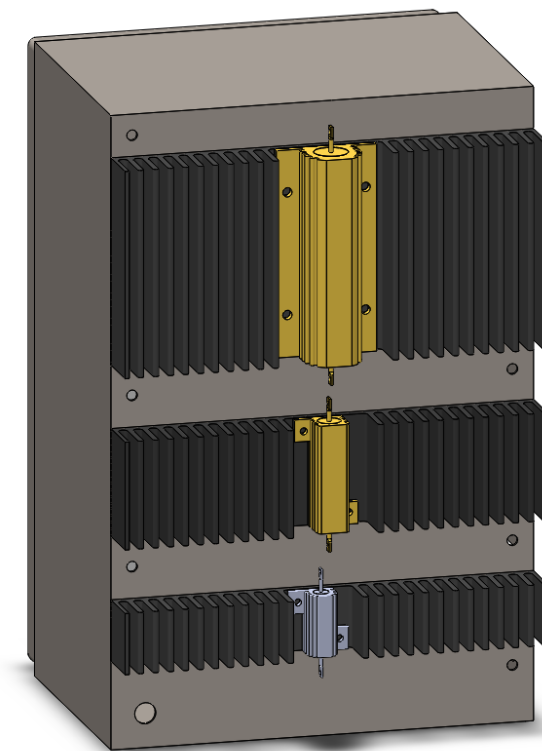


Figura C.1 Representación del primer montaje del disipador y las resistencias [elaboración propia]

Tal como se muestra en la Figura C.1, el saliente es muy reducido debido a que la parte plana del disipador es la que se fija en el armario. Para la fijación de la resistencia se debe fresar el disipador para cortar las aletas centrales. Este hecho se ha tenido en cuenta a la hora de elegir el disipador, ya que éste debe tener un área de disipación mayor o igual al mencionado en la Tabla C.1, sin tener en cuenta la parte plana así como las aletas centrales. Para poder mecanizar este disipador se ha elegido una forma que permita hacerlo de manera relativamente fácil.

Para elegir el disipador adecuado se ha empezado por la resistencia que necesita disipar más potencia, la de $6,8 \Omega$. La longitud del disipador corresponde justamente con la de la resistencia y el perfil de éste se indica en la Figura C.2.

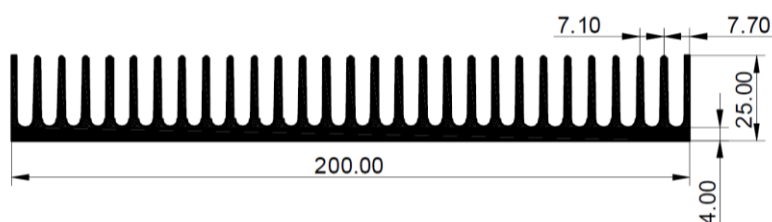


Figura C.2 Perfil del disipador escogido [proporcionado por el fabricante]

El grosor de la base es de 4 mm, que es superior al recomendado, en cambio, el grosor aproximado de las aletas es de 2 mm, valor inferior al recomendado. Además, la forma del disipador es poco eficiente ya que hay aletas bastante alejadas del foco de calor. Es por esto, que se ha decidido simular el conjunto disipador y resistencia para comprobar que la temperatura máxima de trabajo es menor a la indicada por el fabricante (véase Figura C.3). Las simulaciones que se detallan a continuación se han llevado a cabo mediante el software *Ansys Workbench Academic 18.2*.

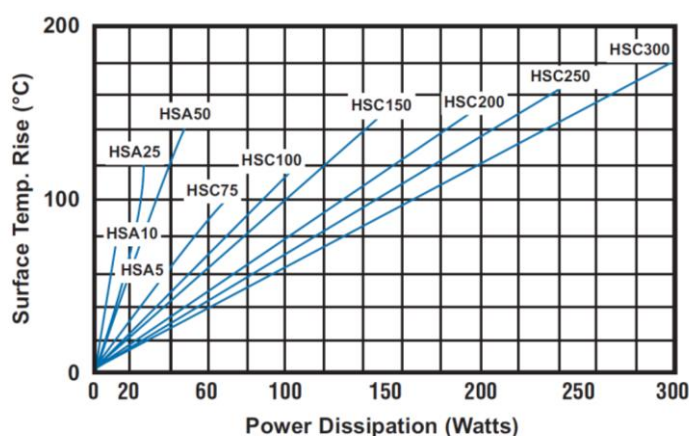


Figura C.3 Temperatura superficial de la resistencia (montada en un disipador estándar) en función de la potencia a disipar para las resistencias de 6,8 y 18 Ω [proporcionado por el fabricante]

Para la simulación se ha escogido una potencia a disipar de 120 W, y, como se puede observar en la curva *HSC150* (que corresponde con la resistencia de 6,8 Ω escogida) de la Figura C.3, la temperatura que alcanzaría en un disipador estándar sería de unos 120 $^{\circ}\text{C}$.

Tanto el disipador escogido como la carcasa de la resistencia son de aluminio, el cual se caracteriza por tener una conductividad térmica de 209,3 W/(m $\cdot^{\circ}\text{C}$).

En cuanto a las condiciones de contorno de la simulación, se ha impuesto un aislamiento en la base del disipador, es decir, la parte que se fija con el armario. Éste sería el peor de los casos, pero en la realidad se daría una conducción con la pared del armario. Además, se ha impuesto la condición de convección en todas las áreas que tienen contacto con el aire, el cual tiene un coeficiente de convección de 10 W/m 2 y una temperatura de 25 $^{\circ}\text{C}$. Por último, se ha impuesto una generación volumétrica de calor en cilindro interior de la resistencia (véase Figura C.4), ya que la carcasa es el propio disipador de la resistencia. La

generación se ha calculado teniendo en cuenta el volumen del cilindro en cuestión y la potencia generada, mediante la ecuación (Ec. C.1).

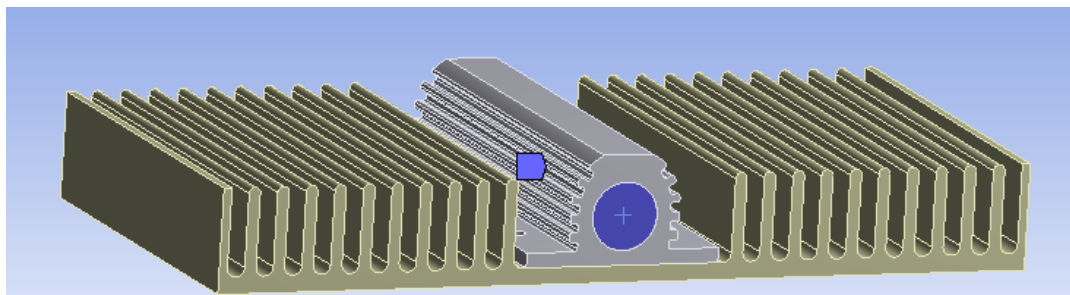


Figura C.4 Representación del cilindro (en azul) de la resistencia que genera la potencia [elaboración propia]

$$g = \frac{P}{V} \quad (\text{Ec. C.1})$$

Siendo g la generación volumétrica en W/m^3 , P la potencia generada en vatios y V el volumen del cilindro en m^3 . En la Tabla C.2 se detallan estos cálculos para las 3 resistencias.

Tabla C.2 Generaciones volumétricas usadas para las simulaciones de las resistencias [elaboración propia]

Resistencia [Ω]	Potencia generada [W]	Volumen del cilindro [m3]	Generación volumétrica [W/m3]
6,8	120	1,9624x10-5	6,1150x106
18	40	4,7591x10-6	8,4050x106
50	20	1,2812x10-5	15,611x10-5

Aplicando las condiciones de contorno mencionadas, se ha obtenido la solución que se muestra en la Figura C.5. En ella, se puede apreciar que la temperatura máxima alcanzada es de 106,71 °C. Este valor es inferior a los 120 °C indicados por el fabricante, por tanto, este disipador es adecuado para la resistencia de 6,8 Ω.

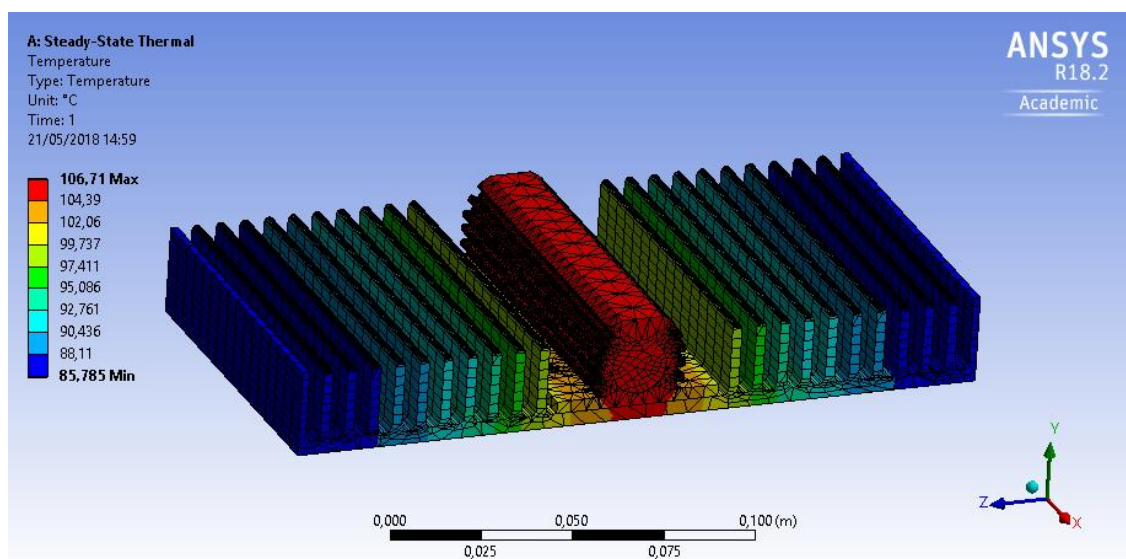


Figura C.5 Distribución de la temperatura de la resistencia de $6,8 \Omega$ con disipador individual [elaboración propia]

Del mismo modo se ha llevado a cabo la simulación del disipador para la resistencia de 18Ω , la cual corresponde a la curva *HSA50* de la Figura C.3. Para la simulación se ha escogido una potencia a disipar de 40 W y según la curva la temperatura que alcanzaría en un disipador estándar sería de unos $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Las condiciones de contorno aplicadas son las mismas que en el caso de la resistencia anterior, pero cambia la generación volumétrica, tal como se indica en la Tabla C.2. Así, el resultado obtenido de la simulación se muestra en la Figura C.6.

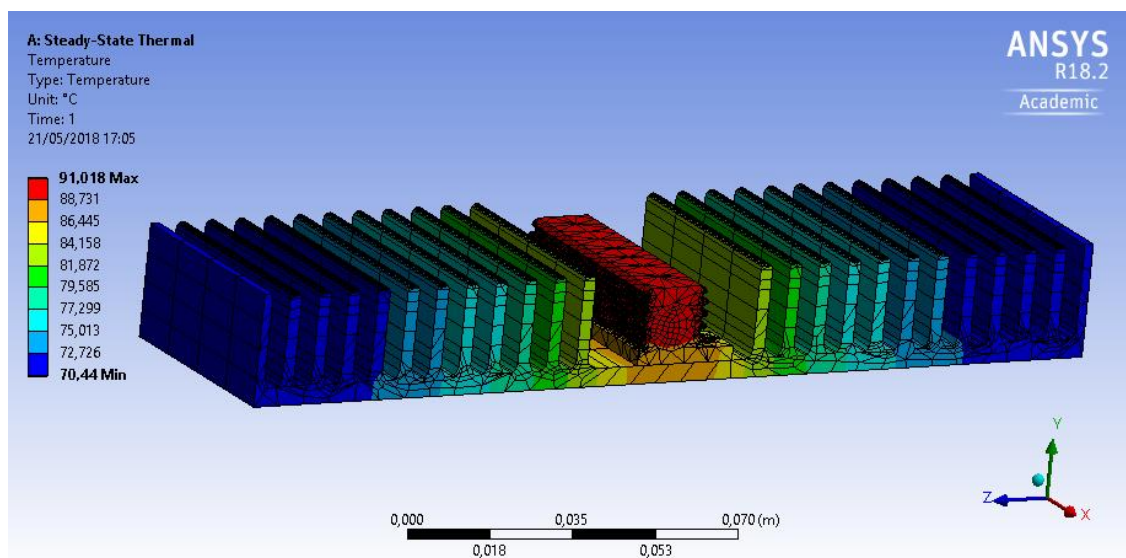


Figura C.6 Distribución de la temperatura de la resistencia de 18Ω con disipador individual [elaboración propia]

Tal como se indica en la Figura C.6, la temperatura máxima alcanzada es de 91,018 °C. Este valor es bastante inferior a los 120 °C indicados por el fabricante, con lo cual, se podría escoger un disipador más pequeño. Sin embargo, se ha decidido usar el mismo perfil que la resistencia anterior para poder aprovechar la misma pieza y realizar cortes.

Finalmente, se ha simulado la resistencia de 50 Ω , la curva de temperatura – potencia del cual corresponde a la THS25 de la Figura C.7.

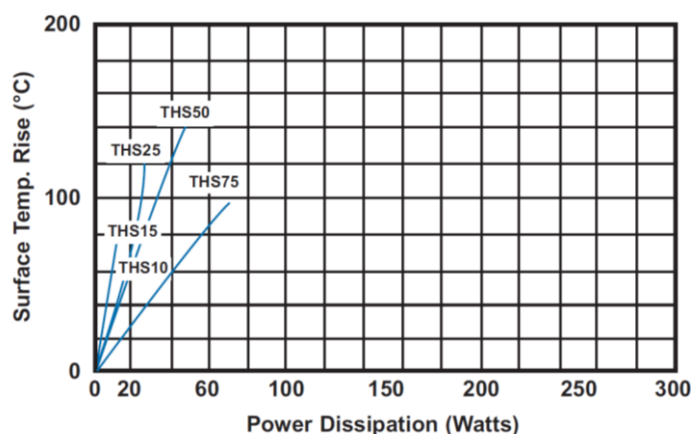


Figura C.7 Temperatura superficial de la resistencia (montada en un disipador estándar) en función de la potencia a disipar para la resistencia de 50 Ω [proporcionado por el fabricante]

Para la simulación se ha escogido una potencia a disipar de 20 W y según la curva la temperatura que alcanzaría en un disipador estándar sería de unos 70 °C.

Las condiciones de contorno aplicadas son las mismas que en el caso de la resistencia anterior, pero cambia la generación volumétrica, tal como se indica en la Tabla C.2. Así, el resultado obtenido de la simulación se muestra en la Figura C.8, en la cual se pone de manifiesto que la temperatura máxima alcanzada es de 65,514 °C. Este valor es inferior a los 70 °C indicados por el fabricante, por tanto, este disipador es adecuado para la resistencia de 50 Ω .

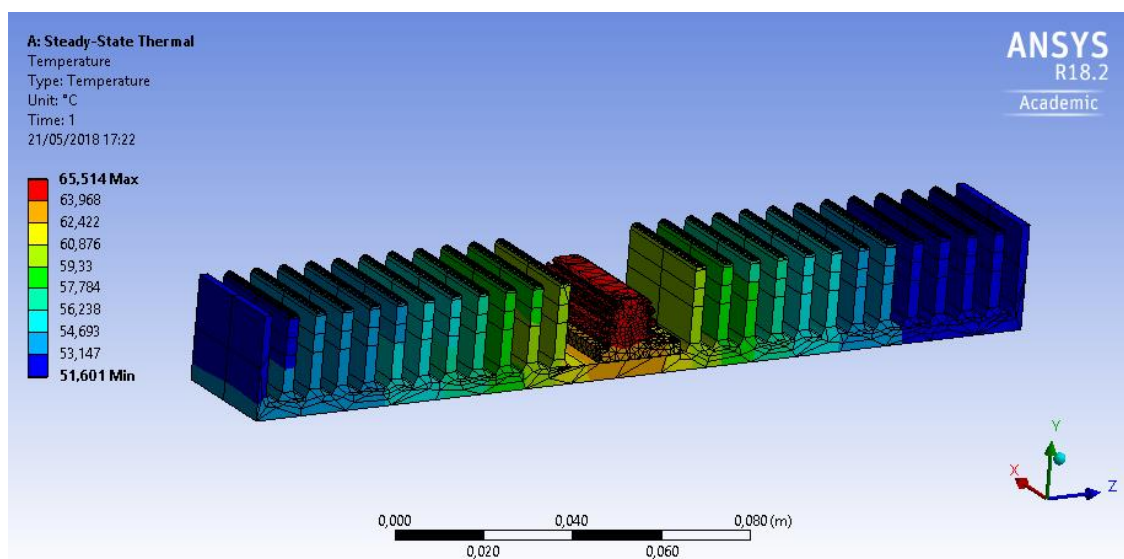


Figura C.8 Distribución de la temperatura de la resistencia de $50\ \Omega$ con disipador individual [elaboración propia]

Por tanto, el perfil estudiado es suficiente para cada una de las resistencias, aunque no sea el óptimo. Sin embargo, esta solución requiere del mecanizado del perfil del disipador, ya que se ha de cortar en las longitudes adecuadas para cada resistencia y se ha de cortar las aletas centrales para poder fijar la resistencia, suponiendo un sobrecoste considerable. Además, al tener que dejar un espacio para la entrada y salida de los cables, se ha de dejar un espacio entre cada resistencia y casi ocupa toda la altura del armario (véase Figura C.1).

Teniendo en cuenta estas consideraciones y que las resistencias no trabajan simultáneamente, ya que justamente se ha de elegir mediante un selector, se ha decidido diseñar un disipador único.

C.3. Disipador único

A diferencia del diseño anterior, este el disipador no se puede fijar por la parte plana, ya que al montar 3 resistencias sobre éste no quedaría suficiente superficie de disipación al cortar las aletas necesarias para la fijación. Por esto, se ha decidido montarlo con unos separadores, tal como se muestra en la Figura C.9. Además, así el disipador no tiene contacto directo con el armario, por tanto, la temperatura interior del armario no se verá afectada.

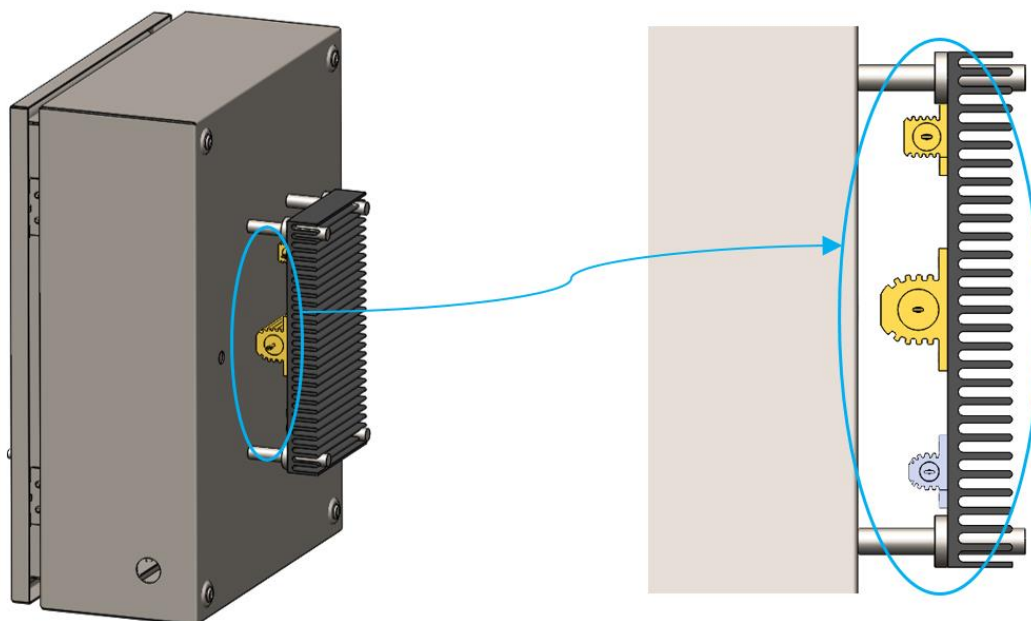


Figura C.9 Representación del segundo montaje del disipador y las resistencias [elaboración propia]

La mecanización para este montaje consta básicamente de agujeros roscados para las fijaciones de las resistencias, así como para la unión con el distanciador, siendo más simple que el mecanizado del caso anterior. Además, para el diseño del disipador se ha elegido el mismo perfil que en el caso anterior, pero de una longitud precortada de 100 mm, ya que así caben las 3 resistencias y se evitan los cortes necesarios en el diseño anterior.

Las simulaciones para cada resistencia se han hecho sin tener en cuenta el área de disipación de las demás resistencias, ya que el software usado tiene un límite de elementos y nodos a la hora de mallar el sólido. Además, al hacerlo de este modo se está estudiando un caso peor que el de la realidad, con lo cual, el hecho de no tener en cuenta las otras resistencias no es un inconveniente.

Las condiciones de contorno de las siguientes simulaciones son muy similares a las anteriores, ya que la generación para cada resistencia sigue siendo la de la Tabla C.2. Además, los parámetros de la convección se mantienen constantes, sin embargo, las áreas que tienen convección cambian, ya que ahora todas las áreas del disipador están al aire libre.

Al no cortar las aletas centrales y no tener la parte plana en contacto con el armario, se gana en área de disipación, con lo cual, se espera que mejoren los resultados obtenidos para la resistencia más grande, la cual se sitúa en el centro. Aunque las dos resistencias más

pequeñas aumenten su área de disipación (respecto a la solución anterior), éstas están situadas en los laterales, con lo cual, tienen aletas muy alejadas del foco de calor. Por eso es necesario llevar a cabo estas simulaciones ya que no se sabe, a priori, si las temperaturas de estas resistencias van a ser más altas o más bajas que en el caso anterior.

En las Figuras C.10, C.11 y C.12 se muestran, respectivamente, los resultados de la simulación para las resistencias de 6,8, 18 y 50 Ω .

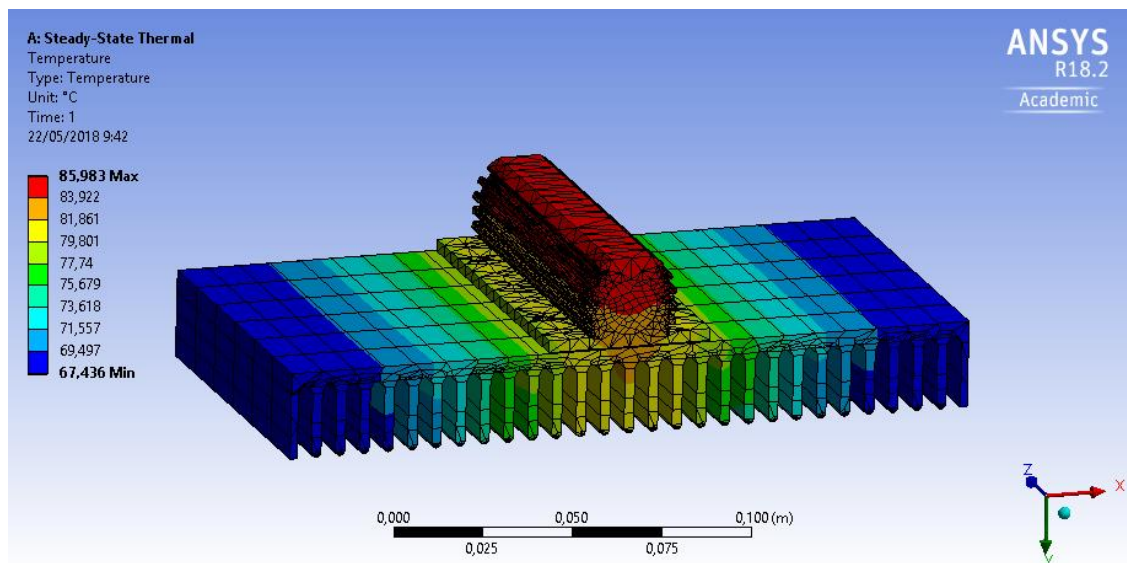


Figura C.10 Distribución de la temperatura de la resistencia de 6,8 Ω con disipador único [elaboración propia]

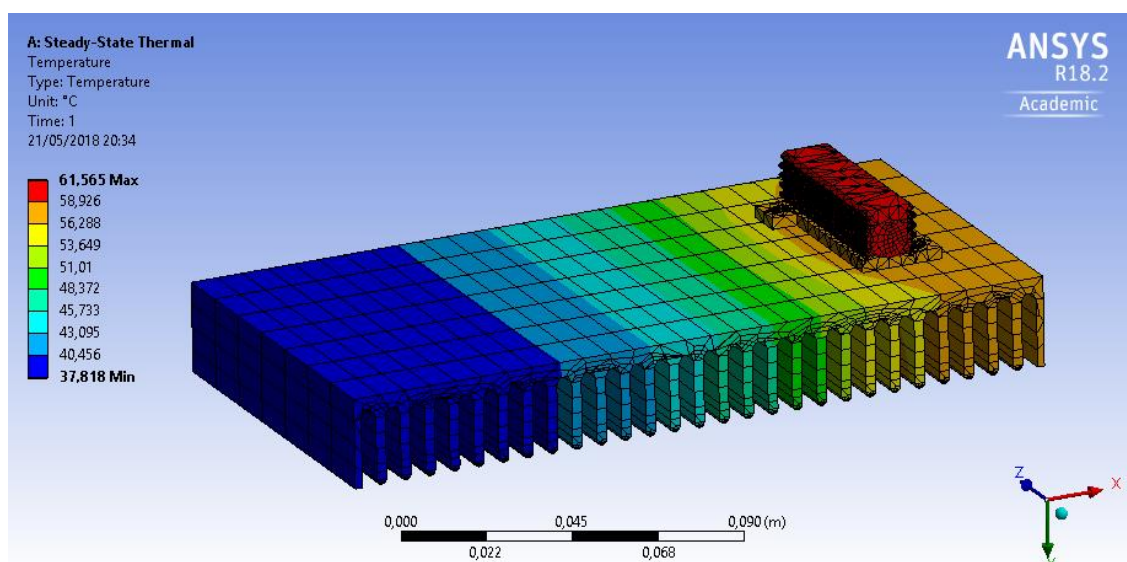


Figura C.11 Distribución de la temperatura de la resistencia de 18 Ω con disipador único [elaboración propia]

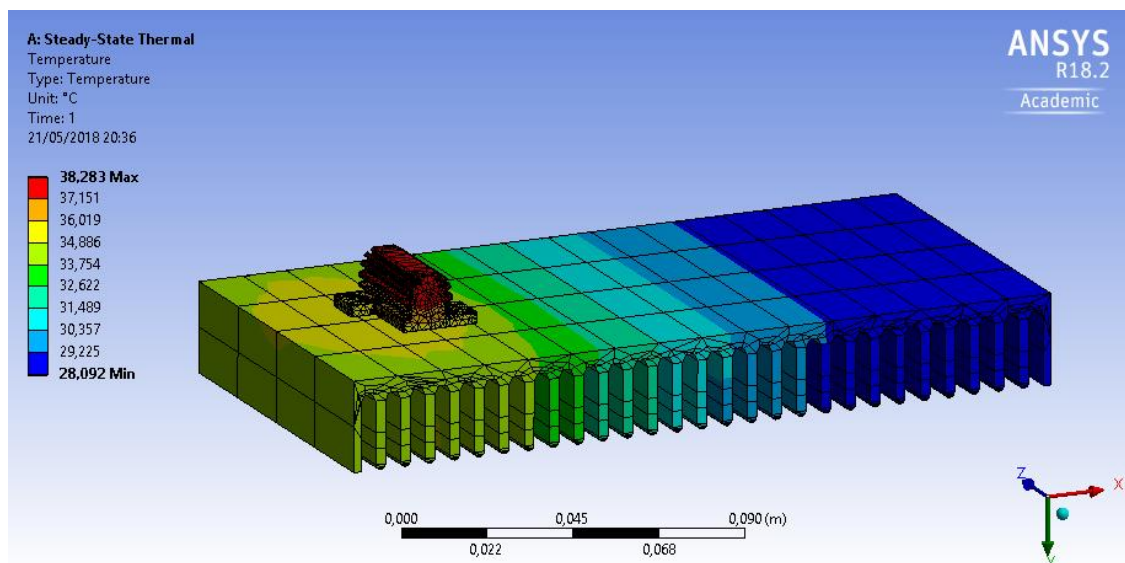


Figura C.12 Distribución de la temperatura de la resistencia de 50 Ω con disipador único [elaboración propia]

En la Tabla C.3 se recogen los datos de temperatura máximas alcanzadas para cada resistencia con disipador único, comparando estos valores con los indicados por el fabricante y por los obtenidos con disipador individual. Como se puede observar, con el disipador individual se obtienen temperaturas mucho más bajas, lo cual supone una mejora notable.

Tabla C.3 Comparación de las temperaturas máximas obtenidas con disipador único e individual [elaboración propia]

Resistencia [Ω]	Temperatura indicada por el fabricante [°C]	Temperatura con disipador individual [°C]	Temperatura con disipador único [°C]
6,8	120	106,71	85,983
18	120	91,018	61,565
50	70	65,514	38,283

En conclusión, aparte de facilitar el mecanizado del disipador y, por ende, bajar el coste del disipador, se ha conseguido que, con menos cantidad de material, se puedan alcanzar temperaturas notablemente inferiores a las indicadas por el fabricante. En este momento, uno se puede plantear reducir el tamaño del disipador, pero, debido a las medidas de las resistencias, no hay mucho margen para llevar a cabo esta reducción.

D. Ajustes y correcciones realizados

D.1. Primeras pruebas

En la Tabla D.1 se muestran los desfases obtenidos de los 40 motores probados, así como el número de pares de polos correspondiente. Tal como se pone de manifiesto, la mayoría de motores tienen 4 pares de polos, seguidos de los que tienen 2 y por último los que tienen 6, en función de la demanda y disponibilidad de éstos.

Tabla D.1 Desfase obtenido en el módulo de verificar de los primeros motores conmutados [elaboración propia]

Modelo del motor	Nº de pares de polos	Desfase [º eléctricos]
MA100000010B00	4	90,2
MA100000010B00	4	91,0
MA100000010B00	4	90,2
MA100000010B00	4	90,0
BS072A00010500	4	89,8
BS072A00010500	4	91,1
BS072A00010500	4	89,8
BS072A00010500	4	89,8
BS074A00310N00	4	91,1
BS074A00310N00	4	90,6
BS074A00310N00	4	90,7
BS074A00310N00	4	89,9
BS0734000105D2	4	90,8
BS0734000105D2	4	91,5
BS0734000105D2	4	90,7
BS0734000105D2	4	91,3

BS074A00310N00	4	90,3
BS0734000105D2	4	91,5
BS053A00010500	2	90,6
BS053A00010500	2	91,5
BS053A00010500	2	91,3
CB055A00310N00	2	92,1
CB055A00310N00	2	92,3
CB055A00310N00	2	89,8
BS1919900199B1	6	90,7
BS1919900199B1	6	90,5
BS074A00310N00	4	90,6
BS074A00310N00	4	91,8
BS074A00310N00	4	90,2
BS074A00310N00	4	90,1
BS0749903105K7	4	91,5
BS0749903105K7	4	90,8
BS074A00310N00	4	91,0
BS074A00310N00	4	89,8
BS074A00310N00	4	90,2
BS0734000105D2	4	91,0
BS0734000105D2	4	90,7
BS0734000105D2	4	90,2
CB055A00310N00	2	91,5
CB055A00310N00	2	91,8

A partir de estas medidas resulta que el 95 % de los motores probados están dentro de las tolerancias admitidas, lo cual, por ser los primeros resultados, es comprensible. Para visualizar el problema se ha llevado a cabo un estudio de capacidad teniendo en cuenta las

tolerancias admitidas. Primeramente, se ha de comprobar estabilidad y normalidad de los datos (mediante *Minitab*), tal como se muestra en la Figura D.1 y D.2.

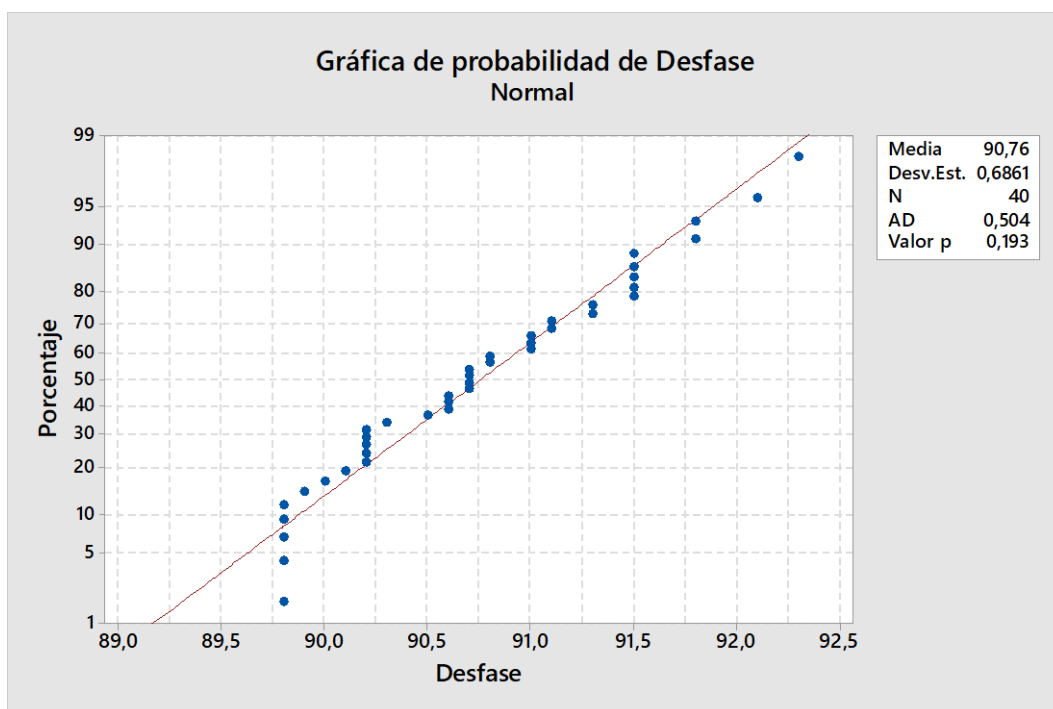


Figura D.1 Gráfico resultante de la prueba de normalidad [elaboración propia]

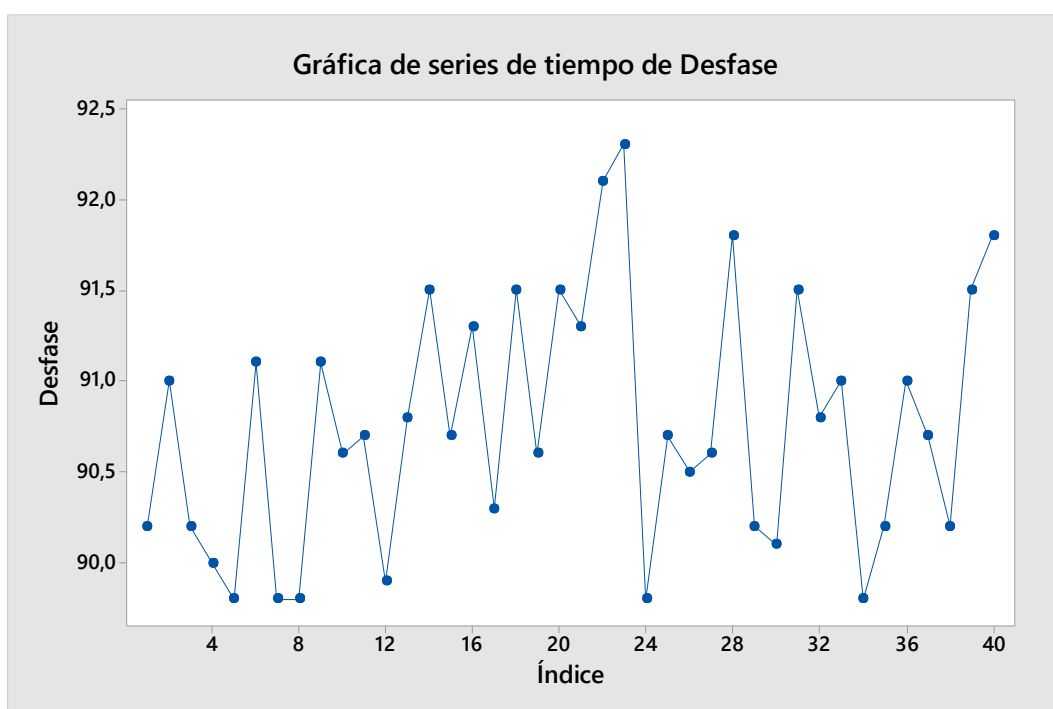


Figura D.2 Gráfico temporal de las medidas [elaboración propia]

De este modo, la normalidad queda confirmada ya que el p-valor es menor a 0,05. Además, también se confirma la estabilidad ya que no hay una tendencia definida durante la toma de datos. Con lo cual, se puede realizar el estudio de capacidad, el cual se muestra en la Figura D.3.

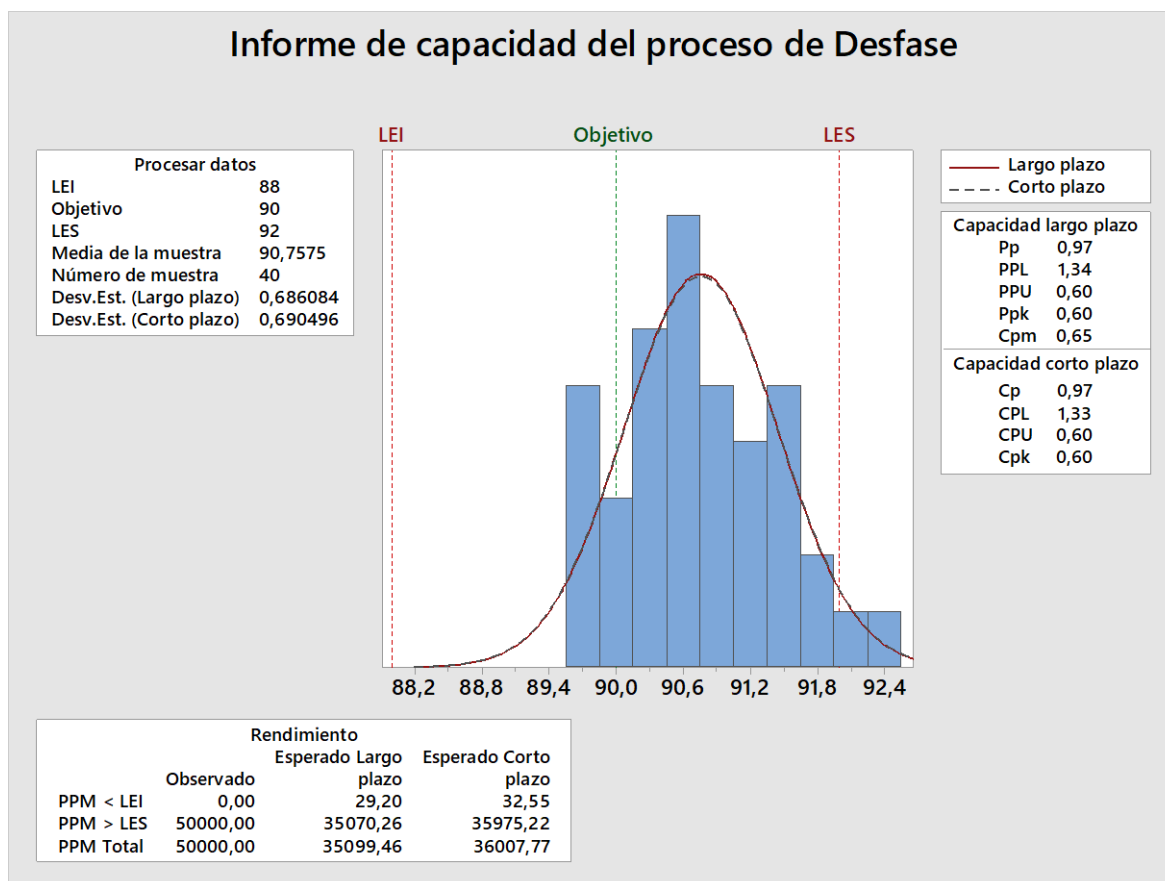


Figura D.3 Resultado del estudio de capacidad [elaboración propia]

Tal como se indica en la Figura D.3, el C_p es de 0,97 y el C_{pk} es de 0,60. Al ser distintos estos valores las medidas no están centradas, tal como se deduce a partir del histograma. Además, las medidas muestran una variabilidad superior a la deseada, ya que el C_p es menor que 1. La variabilidad puede ser debida a la diferencia entre los motores de 2 pares de polos y los de 4, ya que presentan una diferencia significativa en cuanto al par de reluctancia, es decir, los motores de 2 pares de polos tienen un giro menos suave y eso puede afectar al posicionamiento respecto a la fase U. Además, los únicos dos motores que no están dentro de las tolerancias corresponden a motores de dos pares de polos. No se contemplan los de 6 pares de polos porque tienen una baja demanda y no se han podido obtener más de 2 medidas, las cuales son insuficientes para comparar las medias respecto a los otros motores.

Por esto, se ha llevado a cabo una prueba de diferencia de medias a partir de los datos de la Tabla D.1. Tal como se pone de manifiesto en la Figura D.4, el intervalo de confianza de la diferencia no incluye el cero por muy poco, tal como indica el p-valor, que es de 0,037, ligeramente inferior al 0,05. Para asegurar este resultado se requieren más datos de los motores de 2 pares de polos, ya que hay 8 muestras respecto a las 30 de los motores con 4 pares de polos, sin embargo, no se han podido obtener por limitaciones de tiempo. Por tanto, se ha supuesto que las medias difieren significativamente.

Prueba T e IC de dos muestras: Desfase; N° de pares de polos

Método

μ_1 : media de Desfase cuando N° de pares de polos = 2

μ_2 : media de Desfase cuando N° de pares de polos = 4

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0,756	(0,058; 1,453)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
2,45	9	0,037

Estadísticos descriptivos: Desfase

N° de pares de polos	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
2	8	91,362	0,818	0,29
4	30	90,607	0,587	0,11

Figura D.4 Prueba de diferencia de medias de los desfases obtenidos en función del número de pares de polos de los motores [elaboración propia]

Por un lado, los desfases obtenidos no están centrados en los 90°, ya que presentan una desviación hacia el límite superior. Con lo cual, esto se podría compensar regulando el potenciómetro del cero del voltímetro.

Por el otro lado, la variabilidad que presentan las medidas se debe, en parte, a que los motores de 2 y 4 pares de polos se comportan de manera distinta. Con lo cual, aprovechando el hecho de tener dos voltímetros, se podría ajustar el cero de cada uno de ellos. Así, el voltímetro superior, que lee el seno del resolver, se posicionaría en el cero para los motores de 2 y 6 pares de polos. En cambio, el voltímetro inferior, que lee el coseno del resolver, se

posicionaría en el cero para los motores de 4 pares de polos, ya que son los únicos que permiten conmutar el resolver cuando el coseno es cero, tal como se ha justificado en el capítulo 6. Además, los motores de 2 y 4 pares de polos no tienen la misma conversión a grados mecánicos, con lo cual, se necesitaría de todos modos separar su conmutación con los dos voltímetros. En el caso de los motores de 6 pares de polos, se podría dar el caso que no presenten la misma variabilidad que los motores de 2 pares de polos, por tanto, al ajustar el potenciómetro del cero del voltímetro se ha de comprobar que estos motores también se pueden conmutar con cierta precisión. En el caso de que no se puedan conmutar se debe descartar la conmutación de estos motores con este módulo ya que solamente se fabricaron, en 2017, 230 motores de un total de 9721 motores con resolver.

Para los motores de 2 pares de polos, la media obtenida, tal como se indica en la Figura D.4, es de $91,362^\circ$ eléctricos. Por tanto, se ha de reducir $1,362^\circ$, los cuales, según la ecuación (Ec. 7.3), equivalen a $0,681^\circ$ mecánicos. Mediante un cálculo similar al detallado en el subapartado 7.3.1 de la memoria se obtiene un desfase en volts de, aproximadamente, 0,013, el cual se ha de ajustar mediante el potenciómetro del cero del voltímetro superior.

D.2. Pruebas con distintos voltímetros

Cabe destacar que todas las medidas realizadas hasta el momento se han realizado con el voltímetro superior, el cual lee el seno del resolver. Por tanto, antes de proceder a ajustar el cero del voltímetro inferior se ha de comprobar que, para los motores de 4 pares de polos, no existen diferencias significativas entre los voltímetros. Así, se han tomado medidas y se muestran en la Tabla D.2, donde se recogen los desfases obtenidos con los dos voltímetros.

Tabla D.2 Desfase obtenido en el módulo de verificar de los motores de 4 pares de polos conmutados en el nuevo módulo con los dos voltímetros [elaboración propia]

Modelo del motor	Voltímetro	Desfase [º eléctricos]
MA100000010B00	Superior	90,2
MA100000010B00	Inferior	91,0
MA100000010B00	Superior	90,2
MA100000010B00	Inferior	90,0
BS072A00010500	Superior	89,8
BS072A00010500	Inferior	91,1
BS072A00010500	Superior	89,8
BS072A00010500	Inferior	89,8
BS074A00310N00	Inferior	91,1
BS074A00310N00	Superior	90,6
BS074A00310N00	Inferior	90,7
BS074A00310N00	Superior	89,9
BS0734000105D2	Superior	90,8
BS0734000105D2	Inferior	91,5
BS0734000105D2	Superior	90,7
BS0734000105D2	Inferior	91,3
BS074A00310N00	Superior	90,3
BS0734000105D2	Inferior	91,5
BS074A00310N00	Inferior	90,6
BS074A00310N00	Inferior	91,8
BS074A00310N00	Superior	90,2
BS074A00310N00	Superior	90,1
BS0749903105K7	Inferior	91,5
BS0749903105K7	Superior	90,8

A partir de estos datos se ha realizado una prueba de diferencia de medias para comprobar que los dos voltímetros permiten una conmutación similar. Tal como se pone de manifiesto en la Figura D.5, las medias de las medidas tomadas con los dos voltímetros difieren significativamente, ya que el p-valor es de 0,003 (menor que 0,05) y el intervalo de confianza de la diferencia entre las medias no contiene el cero. Esto puede ser debido las soldaduras de las resistencias cambiadas para modificar el fondo de escala, o bien, por el puente en la alimentación del segundo voltímetro que se ha realizado sin pantalla alguna. En cuanto al puente, se han conectado las alimentaciones mediante un cable con la pantalla conectada a tierra, sin embargo, la diferencia no ha resultado ser significativa.

Prueba T e IC de dos muestras: Desfase; Voltímetro

Método

μ_1 : media de Desfase cuando Voltímetro = Inferior

μ_2 : media de Desfase cuando Voltímetro = Superior

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0,708	(0,271; 1,145)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
3,42	17	0,003

Estadísticos descriptivos: Desfase

Voltímetro	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media
Inferior	12	90,992	0,617	0,18
Superior	12	90,283	0,366	0,11

Figura D.5 Prueba de diferencia de medias de los desfases obtenidos en función del voltímetro para los motores de 4 pares de polos [elaboración propia]

Por tanto, se ha de ajustar el cero del voltímetro inferior en un grado eléctrico, ya que la media en el voltímetro inferior es de 90,992. Esto equivale a 0,25° mecánicos, según la ecuación (Ec. 7.3), el cual en volts resulta ser 0,005, aproximadamente, el cual se ha de ajustar mediante el potenciómetro del cero del voltímetro inferior.

D.3. Pruebas con motores de resistencia pequeña

Además, al realizar pruebas con motores de gran envergadura, los cuales suelen tener una resistencia entre fases entre 0,05 y 1 Ω y un *Stall Current* muy alto, se ha detectado que al posicionar el selector sin resistencia limitadora la fuente de 24 V se apaga. Esto se debe a que la fuente detecta un cortocircuito en su salida y, por seguridad, se apaga. Experimentalmente se ha determinado que con una resistencia limitadora de 1,8 Ω es suficiente para evitar la detección de cortocircuito. De este modo, si la corriente a inyectar supera los 5 A, la fuente suministra una tensión menor y suministra su corriente máxima, es decir, los 5 A. Para solucionar este problema hay 3 alternativas para substituir la posición 4 del selector:

1. Colocar una resistencia adicional de 2 Ω y 50 W en el disipador.
2. Hacer el paralelo de las 3 resistencias disponibles, ya que así se obtiene una resistencia de 4,5 Ω , aproximadamente.
3. Trabajar con la posición 3 para los motores de estas características, es decir, limitar ligeramente la corriente con la resistencia de 6,8 Ω

Con el fin de no retrasar la puesta en marcha del módulo se ha optado por la tercera opción, ya que la demanda de este tipo de motores es muy baja y en el caso de no poder conmutar con precisión con una resistencia de 6,8 Ω se puede prescindir de éstos. Con lo cual, es necesario hacer pruebas para comprobar si estos motores se pueden o no conmutar con el nuevo módulo.

D.4. Resultados al aplicar los ajustes

A partir de los ajustes mencionados en los apartados anteriores se han vuelto a realizar pruebas para analizar la precisión del módulo. En la Tabla D.3 se recogen los datos de los desfases obtenidos en la máquina de verificación de los motores probados.

Tabla D.3 Desfase obtenido en el módulo de verificar de los motores conmutados en el nuevo módulo después de aplicar los ajustes [elaboración propia]

Modelo del motor	Nº de pares de polos	Desfase [º eléctricos]
BS074A00310N00	4	90,0
CB055A00310N00	2	89,5
BS072A00010500	4	89,5
BS074A00310N00	4	90,8
BS074A00310N00	4	90,0
BS0734000105D2	4	90,0
BS073A00310500	4	90,9
BS073A00310500	4	89,7
BS073A00310500	4	91,0
BS073A00310500	4	89,4
BS073A00310500	4	89,8
BS073A00310500	4	91,0
BS073A00310500	4	90,9
BS073A00310500	4	91,5
BS073A00310500	4	91,7
BS073A00310500	4	90,4
BS073A00310500	4	90,1
BS073A000105D2	4	90,5
BS073A000105D2	4	92,8
BS073A000105D2	4	92,4

Tal como se pone de manifiesto en el histograma de la Figura D.6, los resultados obtenidos no difieren significativamente de los obtenidos antes de aplicar los ajustes, ya que siguen estando descentrados respecto a los 90º y la variabilidad sigue siendo la misma, aproximadamente.

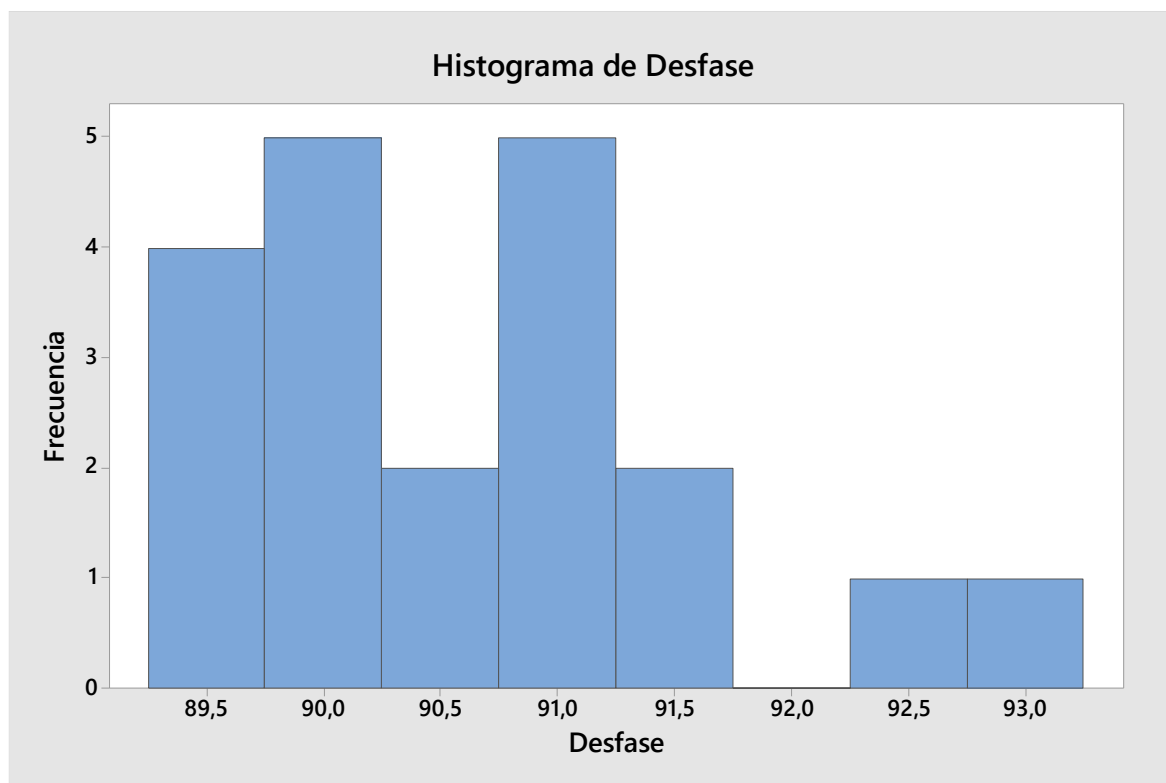


Figura D.6 Histograma de los motores probados tras implementar los ajustes [elaboración propia]

Por tanto, los ajustes realizados no han funcionado tal como se ha previsto y la poca precisión obtenida en esta prueba se atribuye al voltímetro inferior, ya que los motores de 4 pares de polos, es decir la gran mayoría, se han conmutado con este voltímetro. Esto corrobora los resultados obtenidos en el apartado D.2, donde se ha visto que los motores conmutados con el voltímetro inferior han resultado tener un desfase más elevado que los que se han conmutado en el voltímetro superior. En definitiva, se han deshecho los ajustes implementados y se ha vuelto a la conmutación de todos los motores con el voltímetro superior.

D.5. Comparativa con el osciloscopio

Hasta ahora los motores conmutados con el nuevo módulo se han comparado con la máquina de verificación. Para comprobar estos valores se ha medido con el osciloscopio el desfase entre el paso por el cero del coseno (en el caso de los motores de 4 pares de polos)

o el seno (en el caso de los motores de 2 pares de polos) con el paso por el cero de la tensión V-W.

El desfase obtenido con el osciloscopio es respecto al cero, por tanto, si la señal coseno está avanzada respecto a la tensión V-W, el ángulo de carga será, en valor absoluto, mayor que 90° eléctricos, ya que se inyectará corriente antes de que el rotor llegue a la posición correspondiente. Del mismo modo, si el coseno está atrasado el ángulo de carga será menor que 90° eléctricos.

El montaje para realizar esta medida es la misma que la del apartado 6.1 de la memoria. De este modo, se ha obtenido el gráfico de la Figura D.7 (correspondiente al primer motor de 4 pares de polos), en la cual se ha medido el tiempo transcurrido durante dos ciclos de la tensión V-W, es decir, durante 720° eléctricos, el cual resulta ser de 67 ms.

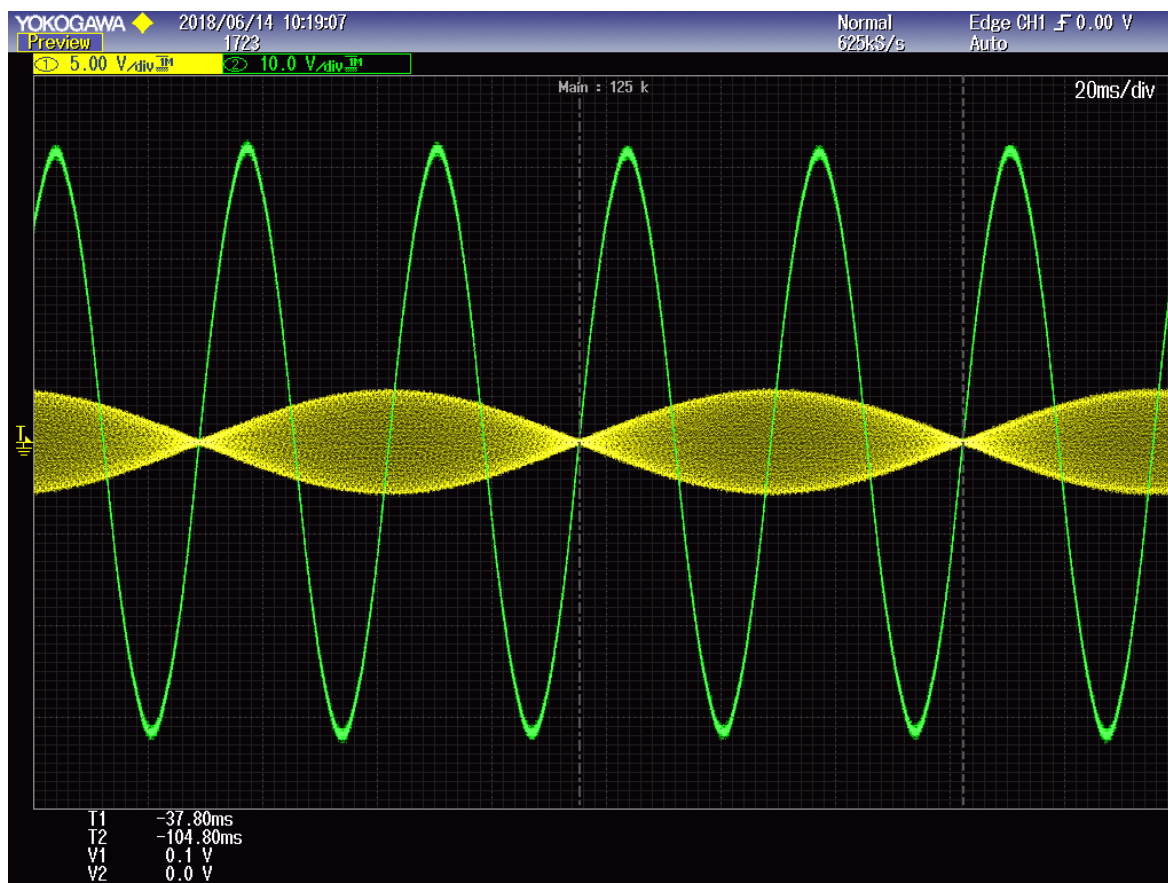


Figura D.7 Salida del osciloscopio en la que se representa la tensión V-W del motor (verde) y la señal modulada coseno del resolver (amarillo) para un motor de 4 pares de polos [elaboración propia]

Posteriormente, se ha medido el tiempo entre los dos pasos por el cero. Para el paso por el cero del coseno se ha tomado el punto medio entre los dos instantes en los que empieza a oscilar la señal, con lo cual, esta medida es aproximada. Además, se han tomado dos medidas para hacer la media de ellas y eliminar la variabilidad del propio motor entre las dos posiciones del paso por el cero del coseno. Tal como se pone de manifiesto en la Figura D.8 y D.9 (correspondientes al primer motor), estos tiempos son de 0,06 y 0,04 ms, respectivamente, la media de los cuales es de 0,05 ms. Por tanto, mediante una simple regla de tres con la medida de los dos ciclos de la tensión V-W, se ha calculado el desfase correspondiente a los 0,05 ms, que resulta ser de $-0,54^\circ$ eléctricos. Este desfase sería equivalente a los $89,46^\circ$ de la máquina de verificación.

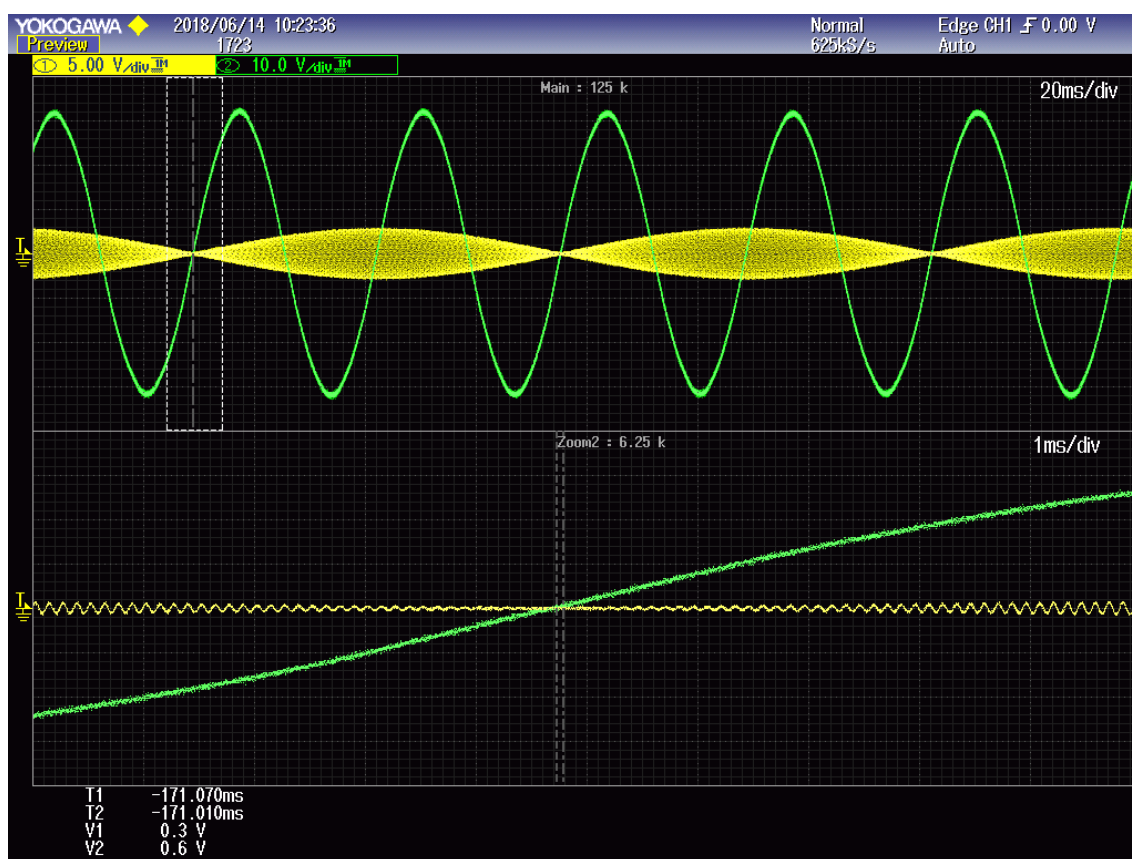


Figura D.8 Salida del osciloscopio en la que se mide la primera diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada coseno del resolver (amarillo) para un motor de 4 pares de polos
[elaboración propia]

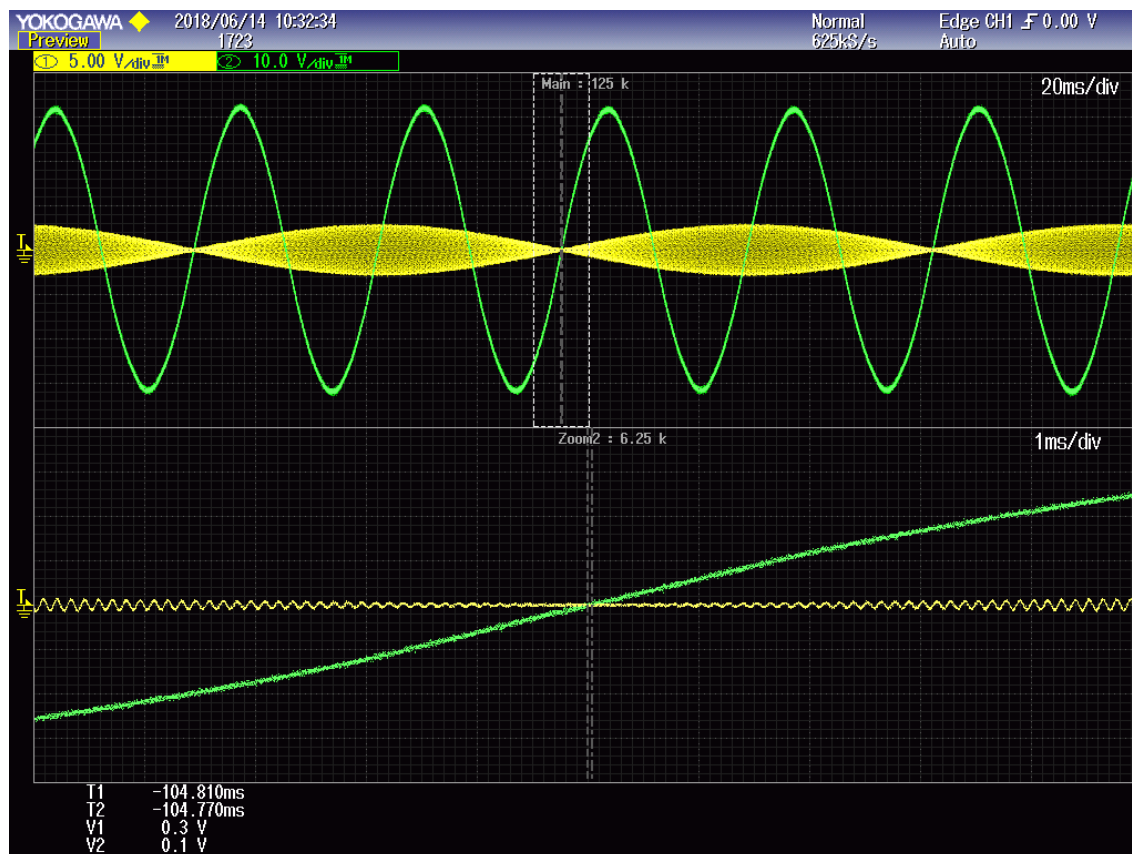


Figura D.9 Salida del osciloscopio en la que se mide la segunda diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada coseno del resolver (amarillo) para un motor de 4 pares de polos [elaboración propia]

Operando del mismo modo para los cuatro motores restantes, se ha elaborado la Tabla D.4, en la cual se comparan los desfases obtenidos mediante el osciloscopio y la máquina de verificación. Tal como se puede apreciar, las medidas tomadas mediante el osciloscopio dan ligeramente inferior a las de la máquina de verificación.

Tabla D.4 Comparación de los desfases obtenidos mediante el osciloscopio y la máquina de verificación de los motores de 4 pares de polos [elaboración propia]

Modelo del motor	Desfase del osciloscopio [º eléctricos]	Desfase de la máquina de verificación [º eléctricos]
BS074A00310N00	89,46	89,9
BS074A00310N00	90,30	90,6

BS074A00310N00	92,70	93,0
BS074A00310N00	90,68	90,8
BS074A00310N00	89,33	90,0

Del mismo modo que hasta ahora se ha comparado el desfase de un motor de 2 pares de polos. Tal como se muestra en la Figura D.10, se ha medido el tiempo transcurrido durante un ciclo de la tensión V-W, es decir durante 360° eléctricos, resultando ser de 64,8 ms. Tal como se pone de manifiesto, la tensión V-W no es del todo senoidal ya que se trata de un motor de 2 pares de polos y su configuración de imanes no permite obtener una señal puramente senoidal.

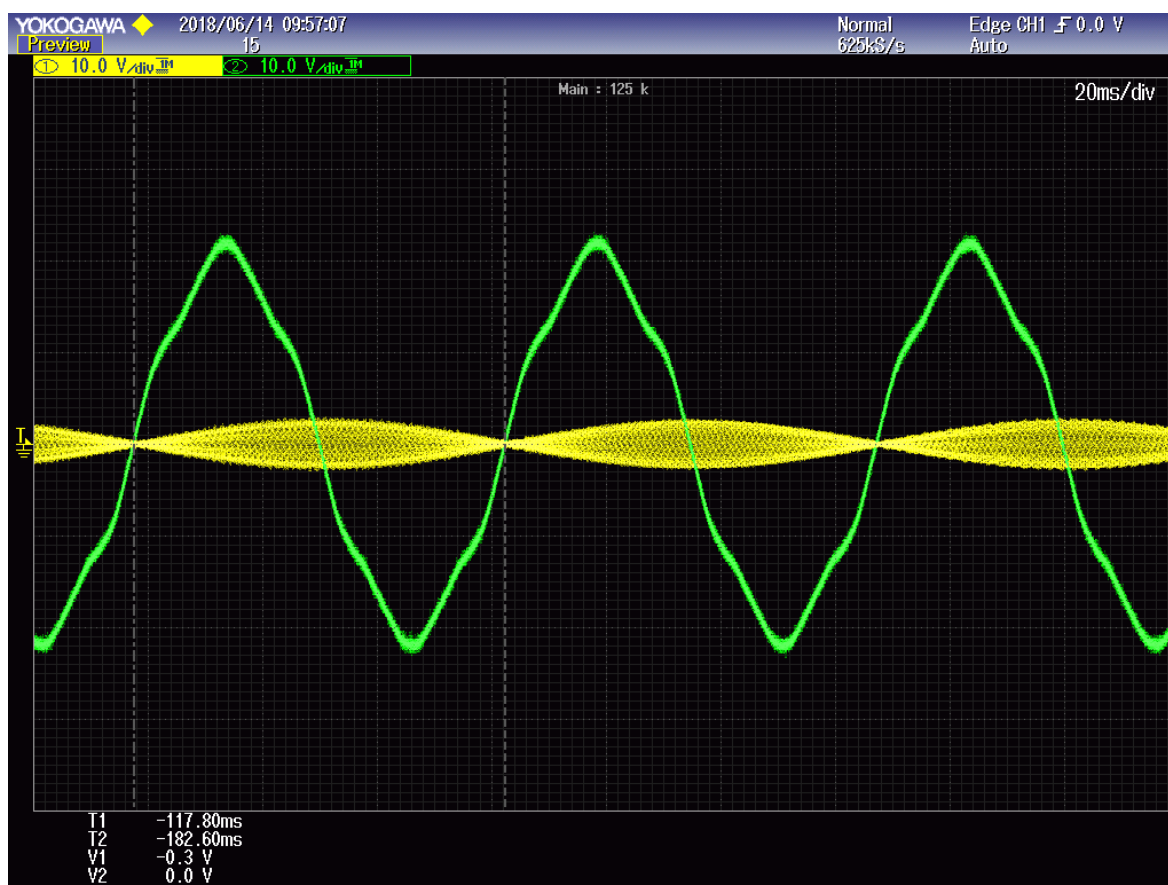


Figura D.10 Salida del osciloscopio en la que se representa la tensión V-W del motor (verde) y la señal modulada seno del resolver (amarillo) para un motor de 2 pares de polos [elaboración propia]

Tal como se muestra en la Figura D.11 y D.12, los desfases resultan ser de 0,62 y 0,55 ms, respectivamente. Por tanto, se obtiene una media de 0,585 ms, que equivale a $-3,25^\circ$ eléctricos. Con lo cual, en el osciloscopio se obtiene un desfase de $86,25^\circ$ respecto a los $89,5^\circ$ obtenidos en el módulo de verificar. De nuevo, el resultado obtenido mediante el osciloscopio es menor que el obtenido en la máquina de verificación, sin embargo, en este motor la diferencia ha resultado ser bastante mayor que en los motores de 4 pares de polos.

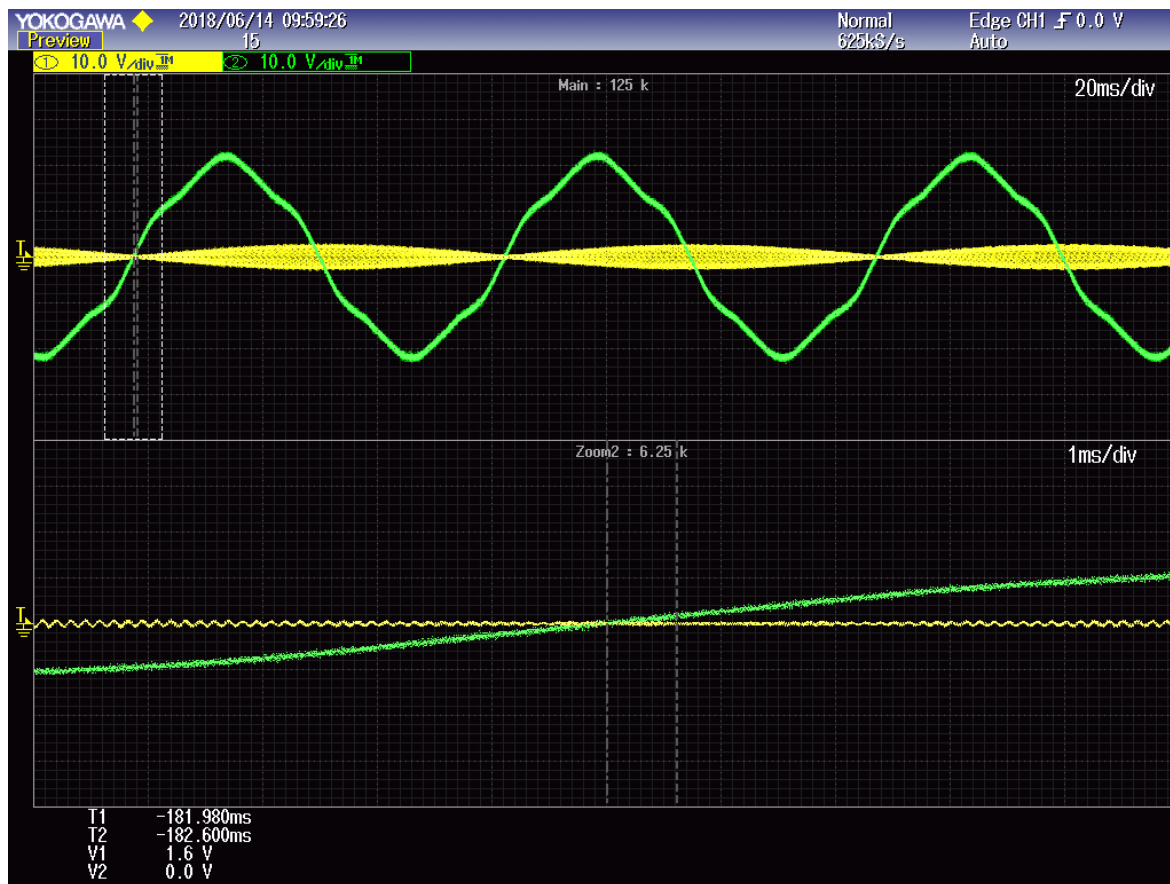


Figura D.11 Salida del osciloscopio en la que se mide la primera diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada seno del resolver (amarillo) para un motor de 2 pares de polos
[elaboración propia]

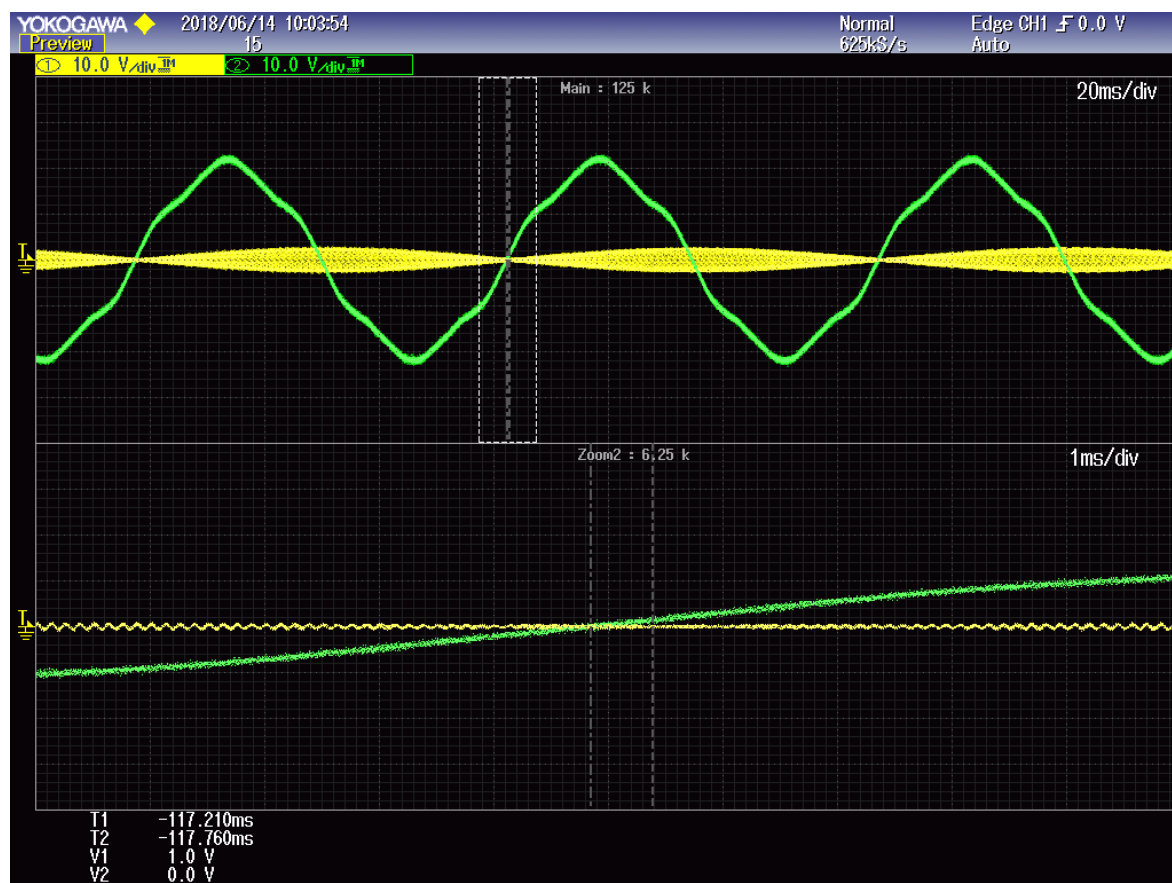


Figura D.12 Salida del osciloscopio en la que se mide la segunda diferencia entre los pasos por el cero de la tensión V-W (verde) y la señal modulada seno del resolver (amarillo) para un motor de 2 pares de polos [elaboración propia]

E. Análisis de tiempos

Para obtener el tiempo total ahorrado durante un año, se han analizado los datos de los motores con resolver vendidos el año 2017. Los datos más significativos se detallan a continuación:

- Número de pedidos de motores con resolver: 1307
- Número de motores vendidos con resolver: 9721
- Número de pedidos de motores con resolver y freno: 418
- Número de motores vendidos con resolver y freno: 3319

En los siguientes subapartados se detallan los tiempos del proceso en función de las diferentes fases de la conmutación diferenciando entre los motores con y sin freno.

E.1. Tiempo improductivo

El tiempo improductivo se debe básicamente al transporte de los motores desde las mesas de montaje hasta el módulo de verificar. Este viaje solamente se puede evitar en el caso de los motores con freno, ya que los que no lo llevan han de pasar por el módulo de verificación igualmente.

En la Tabla E.1 se detalla el tiempo improductivo que se ha dado en el año 2017 diferenciando entre el tiempo que se tarda en colocar cada motor en el carro y el que se tarda en llevar el carro hasta el módulo de verificar. Sin embargo, el tiempo de ir a buscar el carro o el de traer el módulo nuevo a la mesa de trabajo no se consideran, ya que estos tiempos han de ser aproximadamente los mismos y son tiempos difícilmente estimables.

Tabla E.1 Desglose del tiempo improductivo con el método de conmutación anterior [elaboración propia]

Acción	Tiempo unitario [s]	Número de ocurrencias	Tiempo total [s]
Poner motores en el carro	3	3319	9957
Llevar el carro al módulo de verificación	25	418	10450
Llevar el carro a la mesa de trabajo	25	418	10450
Poner los motores en la mesa de trabajo	3	3319	9957
TOTAL			40814

Por tanto, el tiempo improductivo total es de 40814 s, el cual se ahorra en su totalidad con el método de conmutación actual gracias a la portabilidad del nuevo módulo.

E.2. Tiempo de preparación de la máquina

Para preparar el módulo de verificar anterior se requiere de la introducción de datos administrativos, así como de la preparación del acoplamiento entre el motor de arrastre y el motor a verificar.

Esta preparación solamente se evita en el caso de los motores con freno, ya que en los que no lo llevan, la preparación de las máquinas se ha de realizar de todos modos para realizar las otras fases de verificación. Teniendo esto en cuenta se ha elaborado la Tabla E.2 que recoge el tiempo estimado de la preparación de la máquina para el método de conmutación anterior.

Tabla E.2 Desglose del tiempo de preparación con el método de conmutación anterior [elaboración propia]

Acción	Tiempo unitario [s]	Número de ocurrencias	Tiempo total [s]
Introducción de datos administrativos	20	418	8360
Preparación del acoplamiento con el motor de arrastre	15	418	6270
TOTAL			14630

En cambio, con el módulo nuevo, se ha de enchufarlo a la toma de corriente y comprobar en el listado la posición del selector del motor a conmutar. Esta preparación se ha de realizar para cualquier tipo de motor, obteniendo de este modo la Tabla E.3

Tabla E.3 Desglose del tiempo de preparación con el método de conmutación actual [elaboración propia]

Acción	Tiempo unitario [s]	Número de ocurrencias	Tiempo total [s]
Enchufar módulo	5	1307	6535
Consultar la posición del selector	5	1307	6535
TOTAL			13070

Por tanto, el ahorro de tiempo en cuanto a la preparación de la máquina es relativamente bajo, ya que apenas asciende a 1560 s. Esto se debe a que la preparación de la máquina en el caso de los motores sin freno no se ha tenido en cuenta en el método anterior, ya que esta preparación es aprovechada para realizar el proceso de verificación completo y no se realiza especialmente para la conmutación.

E.3. Tiempo de conmutación

Tal como se ha indicado en el subapartado 5.2.2, el tiempo de conmutación para los motores con freno es de 149 s, y para los que lo tienen freno es de 34 s. Además, no se ha contemplado el tiempo dedicado a conectar la manguera al módulo y la posterior conexión

sucesiva de los conectores del motor, ya que este tiempo se necesita tanto en el método de conmutación anterior como en el actual. Considerando estas premisas, se ha elaborado la Tabla E.4, que recoge el ahorro del tiempo con el nuevo proceso de conmutación.

Tabla E.4 Desglose del ahorro del tiempo de conmutación [elaboración propia]

Acción	Número de ocurrencias	Tiempo unitario antes [s]	Tiempo unitario después [s]	Tiempo total ahorrado [s]
Fases de verificación innecesarias	3319	115	0	381685
Posicionamiento del rotor	9721	14	3	106931
Conmutación del resolver	9721	20	20	0
TOTAL				488616

La mejora en el posicionamiento del rotor se debe a que en el módulo actual simplemente se ha de encender el módulo (con la posición del selector previamente seleccionada) y en cuestión de segundos el rotor queda bloqueado y preparado para realizar la conmutación. Sin embargo, la conmutación del resolver dura lo mismo ya que el proceso de ajuste es idéntico al anterior.

E.4. Tiempo total ahorrado

Teniendo en cuenta los valores obtenidos en las tablas anteriores, se obtiene el tiempo total ahorrado durante un año, que resulta ser de 530990 s, es decir, aproximadamente de 147,5 h. Este valor no contempla el tiempo de espera debido a la ocupación continua de las máquinas de verificación, es decir, debido al cuello de botella existente en el proceso de verificación. Por tanto, el tiempo ahorrado es aún mayor al indicado, sin embargo, no se ha podido estimar el ahorro asociado a los tiempos de espera.

F. Manual del usuario

Para conmutar el resolver del motor con el módulo M327 se han de seguir los pasos indicados a continuación. Es importante realizar los pasos tal como se indican para garantizar la precisión operar de manera segura tanto para el operario como para el módulo y el motor.

ADVERTENCIA: al transportar el módulo se ha de coger con las dos asas y al dejarlo sobre la mesa tener en cuenta la extensión de la parte posterior, que está protegida por una reja, procurando no golpearla.

1. Antes de enchufar el motor comprobar que tanto el seccionador esté en posición OFF ("O") y que el selector esté en la posición cero.
2. Enchufar el módulo a la toma de corriente.
3. Fijar el motor en la mordaza, o en cualquier base donde el motor esté en posición vertical y fijo, tal como se muestra en la Figura F.1.

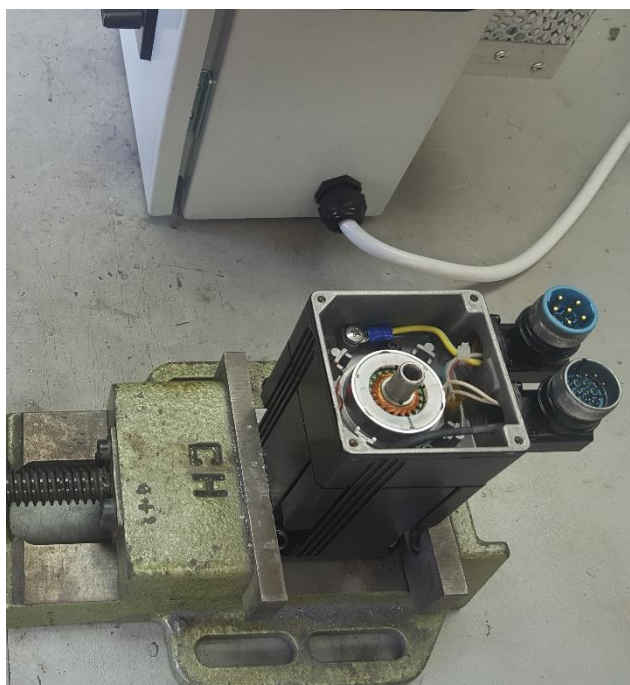


Figura F.1 Fotografía de la fijación del motor en la mordaza [elaboración propia]

4. Conectar la manguera del motor al módulo y fijarlo, tal como se muestra en la Figura F.2. Se recomienda aguantar el módulo por el lado contrario de la entrada de la manguera para evitar que el módulo se deslice.



Figura F.2 Fotografía de la conexión y fijación de la manguera al módulo [elaboración propia]

5. Conectar la manguera a los conectores del primer motor (véase Figura F.3).

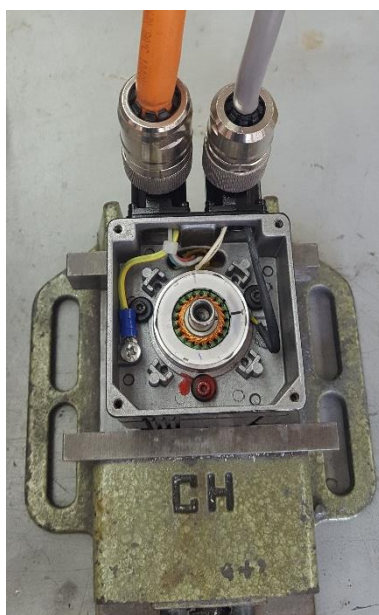


Figura F.3 Fotografía de la conexión de la manguera al motor [elaboración propia]

6. Consultar el Anexo G para identificar la posición del selector adecuada para bloquear el rotor del motor a tratar. Seguidamente, posicionar el selector según la consulta realizada (véase Figura F.4).



Figura F.4 Fotografía del posicionamiento del selector [elaboración propia]

7. Posicionar el seccionador en ON ("I") y asegurarse de que el piloto verde y los voltímetros se encienden (véase Figura F.5).



Figura F.5 Fotografía del módulo al encenderlo [elaboración propia]

8. Girar el estator del resolver (véase Figura F.6) en función de las medidas de los voltímetros. Concretamente, se ha de posicionar el resolver hasta que el voltímetro superior muestre un valor lo más cercano posible a “0.000”. Además, se ha comprobar que el voltímetro inferior pase por el valor máximo, es decir, que muestre un valor cercano a “1.083” o “1.273”, en función del tipo de resolver.



Figura F.6 Fotografía del proceso de conmutación del resolver [elaboración propia]

En el caso de que físicamente el resolver no permita llegar a la posición deseada se debe desbloquear el rotor, es decir, apagar el módulo, y girar el rotor para bloquearlo en la siguiente posición de bloqueo. Finalmente, fijar el resolver (véase Figura F.7) y comprobar que las medidas de los voltímetros mencionadas varían lo mínimo posible.



Figura F.7 Fotografía de la fijación del estator del resolver [elaboración propia]

9. Apagar el módulo posicionando el seccionador en la posición “O”.
10. Desconectar la manguera de los conectores del motor y sacarlo de la mordaza.
11. Repetir los pasos del 3, 5, 7, 8, 9 y 10 hasta acabar con todos los motores.
12. Posicionar el selector en la posición cero.
13. Desconectar la manguera del módulo.
14. Desenchufar el módulo de la toma de corriente.
15. Transportar el módulo mediante las asas al lugar correspondiente.

G. Elección de la posición del selector

A partir del diseño inicial y las correcciones realizadas, se han agrupado los motores por sus referencias para conformar un listado que permita a los operarios identificar fácilmente la posición del selector a escoger en función del motor que han de conmutar. Tal como se pone de manifiesto en la Tabla G.1, se ha agrupado por el tipo de motor y por su bobinado.

Tabla G.1 Correspondencia entre el motor a conmutar y la posición del selector [elaboración propia]

MOTOR	BOBINADO/S	POSICIÓN DEL SELECTOR
BS030	A	1
BS040	A	2
	B	1
	4	2
	BS04080N0109B7	2
BS053	A y 4	1
BS055	A y 4	1
	BS055800310500	4
BS071	A	2
	4	1
	BC07192R0A2	2
BS072	A y 4	2
	BS0729000105E4	2
	BS0729003109C7	2
	BS0729900105P3	3
	BS0729003109N3	3
BS073	A y 4	2
	BS073900010NA1	2
	BS0739000105Q5	3
	BS073800310500	3
BS074	A	2
	4	3
	BS0749903105K7	3
	BS074820310700	3
BS111	A Y 4	2
BS112	A Y 4	2
	B	3
	BS11280021050E/70E	3
	BS11280001050E	3
BS113	A y 4	3
	BS113900010QB5	3
	BS113900910QB8	3
	BS11390N0109F4	3
	BS11390001K9F2	3

BS114	A Y 4	3
BS115	A	3
	4	3
	BS1159002109D6	3
	BS115900010QB9	3
	BS1159000109E1	3
BS141	A Y 4	3
	BS141900010EB1	3
BS142	A	3
	4	3
	BS142900910EB3	3
	BS14290N0109B9	3
	BS142900010EC3	3
BS143	A	3
	4	4
	BS143900010EA1	3
	BS143900010QA1	3
	BS143900310EA1	3
	BS143900310QA1	3
	BS143900314QA1	3
BS144	A	3
	4	3
	BS1449000109B2	3
	BS1449009109B7	3
	BS1449200109C4	3
BS191	BS1919900199B1	3
BS192	A	3
BF	083A y 122A	2
	124A	3
BP	SE CARACTERIZA IGUAL QUE SU EQUIVALENTE EN BS	
CA	SE CARACTERIZA IGUAL QUE SU EQUIVALENTE EN MA	
CB	SE CARACTERIZA IGUAL QUE SU EQUIVALENTE EN BS	

FP	FP002300001100	1
	FP003420001B00	2
	FP0055	2
	FP0105	2
	FP02070 y FP02072	2
	FP020780001867	3
	FP0307	2
	FP04090	2
	FP04092	3
	FP0609	3
	FP0711	3
	FP0911	3
	FP1111	3
	FP1311	3
	FP1714	3
	FP3314	3
	FP5019	3
MA	MA03	2
	MA06	2
	MA10	2
	MA20	3
	MA30	3
	MA45	3
	MA55	3
MSA	MSA02	2
	MSA08A	3
	MSA22	3
	MSA454	3
	MSA45900010EA1	3
XA	XA20	3
	XA30	3

H. Manual de diseño

En este manual se pretende dar a conocer la metodología a seguir en el caso de tener que modificar la resistencia limitadora de un motor contenido en el archivo *Cálculo resistencia motor.xlsx*, o bien, añadir un nuevo motor a la conmutación con este módulo. El aspecto de este archivo se muestra en la Figura H.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Codi	MStallTorque	MRtrncTorque	MStallCurrent	Mkt	MWRes	R ideal	R real	%StallCurrent	Pot (W)	Descripcio
2	FP0307000016B1	2,7	0	3,64	0,74	5,96	16,02	18	27,52%	18,06	FP-307 / TERMISTOR NTC + RESOLV
3	BS072A00310500	1,9	0,02	3,95	0,48	5,09	15,16	18	26,31%	19,45	BLS-072 BASIC + FRE 03/1.5 + RESC
4	BS073A000105D2	2,7	0,0945	3,91	0,69	6,4	14,06	18	25,16%	17,41	BLS-073 (VERSION CORTA) + RESOL
5	BS073A0031051C	2,7	0,0945	3,91	0,59	6,21	14,25	18	25,35%	17,69	BLS-073 ESP. (RODAMENT REFORÇA
6	BS072A000105D2	1,9	0,02	3,95	0,48	5	15,25	18	26,42%	19,60	BLS-072 (VERSION CORTA) + RESOL
7	BS112A00010E00	5	0,200000003	5,77	0,866	2,3	11,56	18	20,49%	25,16	BLS-112A BASIC + RESOLVER 2T8 (2
8	BS113900010QB5	8,4	0,252000004	8,4	1	1,91	7,61	6,8	32,80%	51,63	BLS-113 TENS. ESP. -Kt=1= + RESO
9	BS073A00310500	2,7	0,0945	3,91	0,69	6,19	14,27	18	25,37%	17,72	BLS-073 BASIC + FRE 2.5 Nm + RES
10	BS141400310E00	13,6	0,25	7,01	1,94	2,8	8,61	6,8	35,66%	42,50	BLS-141 (380/400 VAC) + FRE 11/2C
11	BS141400310N00	13,6	0,25	7,01	1,94	2,7	8,71	6,8	36,04%	43,40	BLS-141 (380/400 VAC) + FRE 11/2C
12	BS0744000105G5	3,43	0,02	4,34	1,51	18,723	0,00	0	29,54%	0,00	BLS-074 (400 VAC / TERMISTOR PHII
13	BS112A00210E00	5	0,200000003	5,77	0,866	2,33	11,53	18	20,46%	25,09	BLS-112A BASIC + FRE 10/8 (S/CHOI
14	BS072A00010N00	1,9	0,02	3,95	0,48	5,07	15,18	18	26,34%	19,48	BLS-072 BASIC + RESOLVER 2T8 (2
15	FP0911000316A2	9	0	7,96	1,13	2,34	7,71	6,8	32,99%	46,89	FP-911 / TERM. NTC + FRE 06/9 + R
16	BS111A00010E00	2,9	0,087	3,49	0,83	7	15,92	18	27,51%	16,59	BLS-111A BASIC + RESOLVER 2T8 (2
17	BS074A00010N00	3,43	0,02	4,23	0,81	5,614	13,30	18	24,03%	18,59	BLS-074 BASICO + RESOLVER 2T8 (

Figura H.1 Aspecto del archivo que permite calcular la resistencia adecuada para cada motor [elaboración propia]

H.1. Modificación de un motor existente

Aplicable cuando se ha detectado una precisión baja a la hora de conmutar y se necesita aplicar una corriente más elevada para bloquear el rotor de manera más precisa. Se deben seguir los pasos indicados a continuación:

1. Identificar en el Excel mencionado el motor en cuestión y cambiar la resistencia por una menor.

En el caso de que la resistencia resultante sea de 0Ω se ha de comprobar que la resistencia del bobinado ($MWRes$) sea mayor a $1,7 \Omega$. En el caso contrario se debe elegir la resistencia de $6,8 \Omega$, o bien, dejar de conmutar el motor correspondiente con este módulo. Del mismo modo, en el caso de que la resistencia ya sea la mínima, es

decir 0Ω , el motor en cuestión se debe retirar del listado y su conmutación se debe hacer como se hacía antes de disponer de este módulo.

2. Automáticamente se cambian los parámetros *%StallCurrent* y *Pot (W)*. Se debe comprobar que el *%StallCurrent* no sea superior a 50 % y que el *Pot (W)* no sea superior a la potencia máxima soportada por la resistencia en cuestión.
3. Por último, se debe cambiar el listado del Anexo G y proporcionar el listado actualizado a los operarios.

H.2. Añadir un motor no incluido en el listado

Aplicable cuando el motor en cuestión no se ha vendido durante el año 2017, o bien, cuando el motor es nuevo, aunque solamente cambie el bobinado de uno ya existente. Se deben seguir los pasos indicados a continuación:

1. Comprobar en el Excel mencionado que la referencia del motor en cuestión no exista y añadir una fila al final dónde consten los siguientes parámetros:
 - a. *Codi*: indicar la referencia del motor.
 - b. *MStallTorque*: indicar el par máximo soportable con rotor bloqueado.
 - c. *MRltnTorque*: indicar el par de reluctancia, es decir, el par que debe de superar el motor para poder iniciar el giro.
 - d. *MStallCurrent*: indicar la corriente máxima soportable con rotor bloqueado.
 - e. *MKt*: indicar la Kt del motor.
 - f. *MWRes*: indicar la resistencia entre las fases del bobinado.
 - g. *Descripció*: indicar una breve descripción del motor
2. Arrastrar las fórmulas de las columnas *R ideal*, *%StallCurrent* y *Pot (W)*.
3. *R ideal* indica la resistencia limitadora que permite al motor llegar al 30 % del *MStallCurrent*, de este modo, se puede usar como guía para elegir la resistencia

limitadora adecuada. Además, tiene en cuenta la limitación de corriente a 5 A y que las resistencias no pueden ser nulas.

4. Elegir una resistencia limitadora entre las siguientes: 0, 6,8, 18 y 50 Ω . Indicar dicha resistencia en la columna *R real*.
5. Comprobar que el *%StallCurrent* esté entre el 10 % y el 50 %, procurando que esté lo más cerca al 30 %.
6. Comprobar que el *Pot (W)* no sea superior a la potencia máxima soportada por la resistencia en cuestión.
7. Por último, se debe cambiar el listado del Anexo G y proporcionar el listado actualizado a los operarios.

I. Planificación

Para llevar a cabo este proyecto se ha requerido de una planificación previa, teniendo en mente la fecha límite de la entrega de la memoria, es decir, el 21 de junio. Para ello, se ha elaborado un listado de tareas a realizar con sus duraciones y dependencias con otras tareas, tal como se muestra en la Tabla I.1. Cabe recalcar que todas las fechas que se indican en la tabla corresponden al año 2018.

Tabla I.1 Tareas a realizar durante el proyecto con sus duraciones y tareas precedentes [elaboración propia]

ID	Tarea	Duración [h]	Inicio	Final	Precedentes
A	Recopilación de información sobre el funcionamiento sensores de los motores	25	12/02	16/02	
B	Recopilación de información sobre el control de los motores	15	19/02	21/02	A
C	Definición del problema	10	22/02	23/02	B
D	Comprensión del proceso de ajuste de la conmutación de un resolver	5	26/02	26/02	C
E	Conmutación de varios motores con resolver mediante el método actual	10	27/02	28/02	D
F	Definición de las necesidades	10	01/03	02/03	E
G	Identificación del criterio de conmutación	5	05/03	05/03	F
H	Establecimiento del método de conmutación	15	06/03	12/03	G
I	Pruebas con otros métodos de conmutación	10	06/03	09/03	G
J	Obtención de datos de los motores con resolver del año 2017	5	13/03	13/03	H
K	Análisis de los datos	10	14/03	15/03	J
L	Elección de los componentes eléctricos	20	16/03	22/03	I, K
M	Diseño de las protecciones	5	23/03	26/03	L
N	Diseño del cableado	5	23/03	26/03	L

O	Elaboración del esquema eléctrico resultante	5	27/03	27/03	M, N
P	Simulación del espacio necesario para la compactación del módulo	10	28/03	03/04	O
Q	Elección del armario eléctrico	5	04/04	04/04	P
R	Diseño del sistema de transporte del módulo	5	05/04	05/04	Q
S	Mecanización del armario	30	06/04	13/04	R
T	Montaje de los componentes	15	16/04	18/04	S
U	Cableado de la instalación eléctrica	40	19/04	07/05	T
V	Fijación del sistema de transporte y otros elementos	15	19/04	25/04	T
W	Comprobaciones y ajustes en el módulo	40	08/05	17/05	U, V
X	Comparación del tiempo ahorrado respecto al módulo anterior	10	18/05	22/05	W
Y	Redacción de la memoria hasta la construcción del módulo	60	08/05	06/06	U, V
Z	Redacción de los resultados obtenidos	15	07/06	13/06	X, Y

Para elaborar la Tabla I.1 se ha tenido en cuenta una dedicación de 5 h/día durante los días laborales, ya que es el horario en la empresa. Sin embargo, no toda la carga del trabajo se ha concentrado en la empresa, es decir, parte de la recopilación de información, parte del diseño y la redacción se han realizado por cuenta propia. Por esto, para la redacción de la memoria se ha supuesto una dedicación de 3 h/día.

Además, debido a posibles imprevistos, se ha planificado el final del TFG una semana antes de la fecha límite de entrega de la memoria, ya que se depende de la administración de la empresa para pedir los componentes y materiales necesarios. De este modo, los posibles retrasos debidos a la llegada de los pedidos quedan cubiertos. Adicionalmente, para evitar que estos posibles retrasos afecten a la duración del proyecto, se ha de procurar pedir los componentes en cuanto se hayan seleccionado, sin esperar a acabar la fase en cuestión.

Teniendo en cuenta la Tabla I.1, se ha representado gráficamente la planificación del proyecto mediante el diagrama de Gantt, tal como se pone de manifiesto en la Figura I.1 e I.2, en el cual cada periodo corresponde a un día, comenzando por el 12 de febrero. A diferencia

de la Tabla I.1, para la elaboración del diagrama de Gantt no se han tenido en cuenta los días festivos, obteniendo así una duración del proyecto de 80 días laborales. Además, el camino crítico del proyecto pasa por todas aquellas tareas que no tienen margen en el diagrama de Gantt (el margen se indica mediante rectángulos rayados). Por tanto, un adelanto o retraso en cualquiera de estas tareas supone un adelanto o retraso, respectivamente, en el proyecto global.

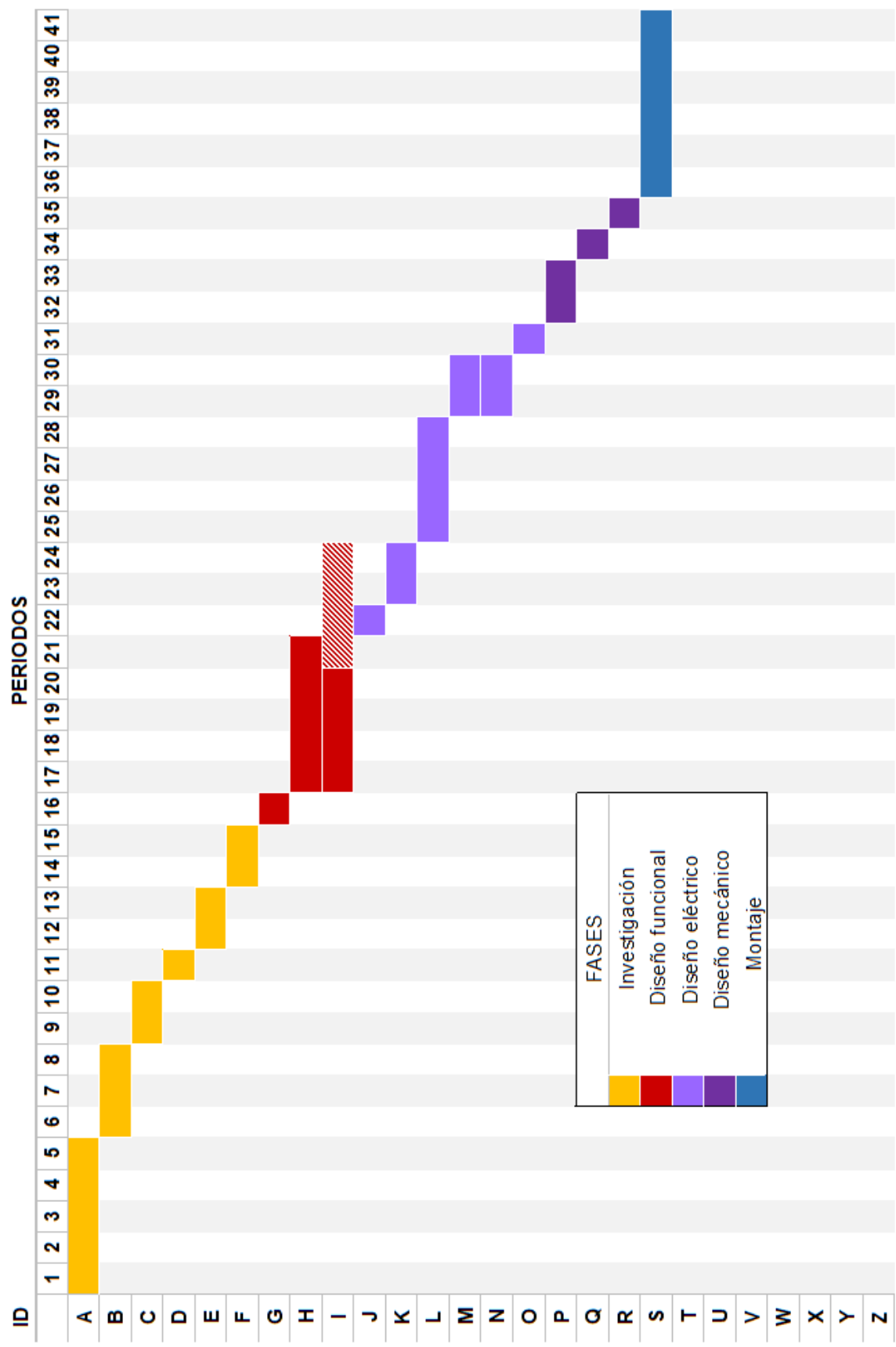


Figura I.1 Diagrama de Gantt (primera parte) [elaboración propia]

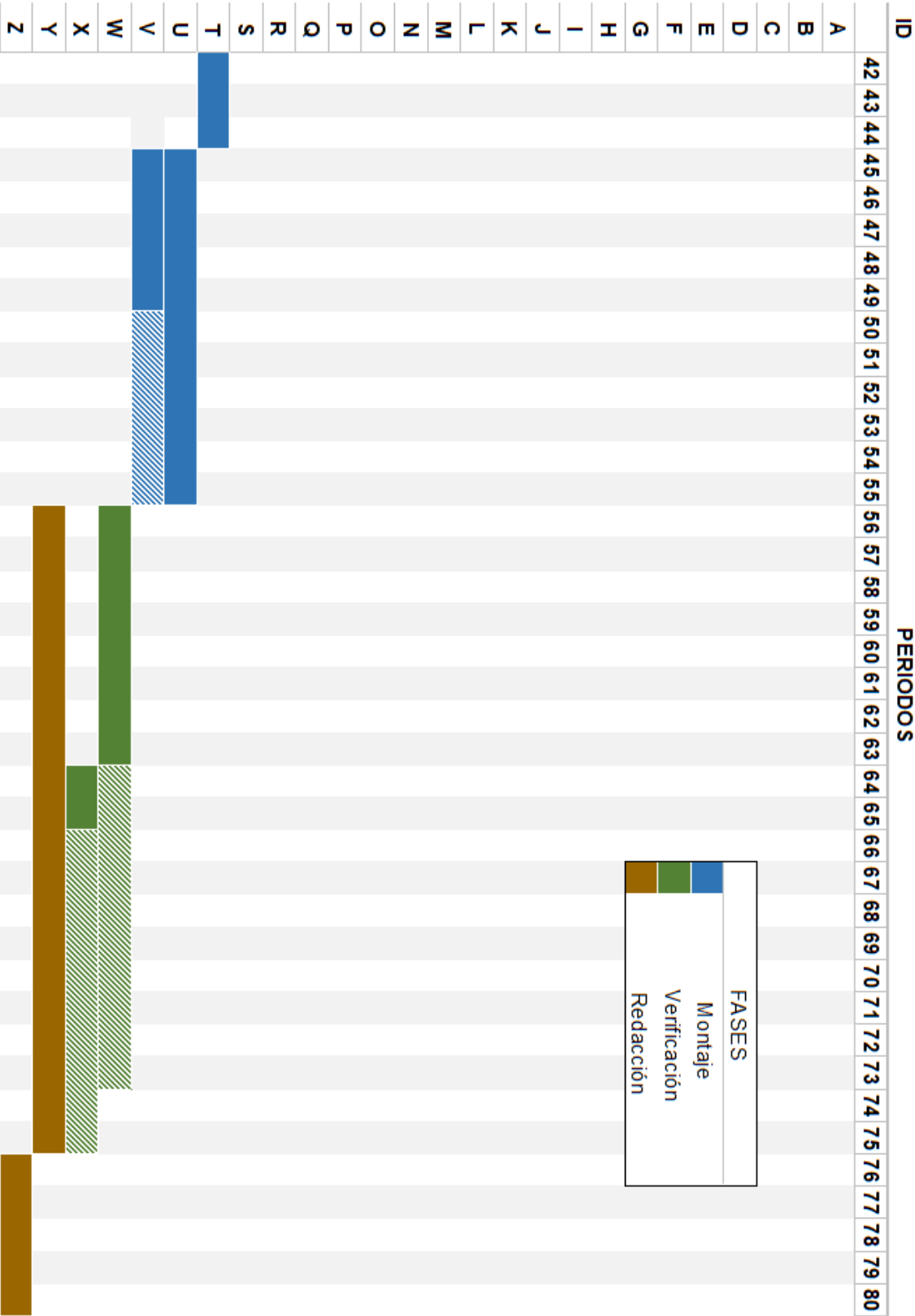


Figura I.2 Diagrama de Gantt (segunda parte) [elaboración propia]

J. Presupuesto detallado

En este anexo se detallan los costes relacionados con cada partida para, posteriormente, determinar la viabilidad económica del proyecto.

Los costes mostrados en los siguientes apartados son aproximados, ya que este proyecto se ha realizado en una empresa, con lo cual, los costes de los materiales y herramientas que se han aprovechado de la propia empresa se han estimado. Además, el coste de todas las herramientas de mecanización (taladradora, soldador, pelacables, etc.) se ha considerado nulo, porque éstas ya han sido amortizadas y el desgaste sufrido es ínfimo.

J.1. Costes de personal

Para llevar a cabo el proyecto se requiere la dedicación de un ingeniero junior y de un técnico especializado para realizar el montaje del módulo. En la Tabla J.1 se recoge la distribución de horas dedicadas clasificando por las diferentes fases del proyecto. Las horas se han estimado a partir de la planificación realizada y del seguimiento de ésta.

Tabla J.1 Desglose del coste asociado al personal [elaboración propia]

Fase	Titulación	Coste por hora [€/h]	Dedicación [h]	Total [€]
Investigación	Ingeniero Junior	30	75	2250,00
Diseño	Ingeniero Junior	30	100	3000,00
Montaje	Técnico especializado	20	100	2000,00
Verificación	Ingeniero Junior	30	50	1500,00
Redacción	Ingeniero Junior	30	75	2250,00
TOTAL			400	11000,00

Según la Escuela, la dedicación aproximada para llevar a cabo un TFG es de 300 h, sin embargo, este proyecto ha requerido de una dedicación superior, ya que se han requerido

400 h. Esto se debe a que el proyecto se ha realizado parcialmente en la empresa, es decir, en la empresa se ha realizado parte de la investigación, parte del diseño, el montaje y la verificación. En cambio, el resto de investigación y diseño, y la redacción se han realizado por cuenta propia. Por tanto, el tiempo dedicado a la empresa posibilita una dedicación superior al TFG.

J.2. Coste de investigación y desarrollo

En este apartado se detallan (véase Tabla J.2) los costes relacionados con los instrumentos usados y el soporte informático utilizado para llevar a cabo el proyecto. El software usado ha sido proporcionado por la Escuela, en el caso de ser una versión para estudiantes, o es gratuito. En cuanto a la amortización de los equipos, se ha considerado que es lineal.

Tabla J.2 Desglose del coste asociado a los equipos y software usados [elaboración propia]

Descripción	Vida útil [años]	Precio [€]	Tiempo de uso [meses]	Coste amortizado [€]
Ordenador portátil	5	900,00	6	90,00
Osciloscopio	10	1500,00	1	12,50
Multímetro	10	200,00	3	5,00
Fuentes regulables (dos unidades)	10	150,00	1	1,25
Minitab Student 18	-	0,00	-	0,00
SOLIDWORKS 2017 Student Edition	-	0,00	-	0,00
Ansys Workbench Academic 18.2	-	0,00	-	0,00
DesignSpark Electrical	-	0,00	-	0,00
TOTAL				108,75

Cabe recalcar que tanto los motores y el variador CD1-a han sido proporcionados por la empresa y su coste es nulo, ya que solamente se han usado para hacer pruebas y ya estaban amortizados o simplemente eran motores que estaban en fase de montaje.

J.3. Coste de la construcción del módulo

A continuación (véase Tabla J.3, J.4 y J.5) se detallan los costes de la materialización del módulo de ajuste, y se dividen en dos grandes grupos: los componentes principales, que se han detallado en la memoria, y los elementos auxiliares que permiten el montaje de estos componentes principales. Cabe recalcar que todos los precios mencionados no incluyen el I.V.A.

J.3.1. Coste de componentes

Tabla J.3 Desglose del coste asociado a los componentes [elaboración propia]

Descripción	Cantidad	Coste unitario [€]	Total [€]
Variador XtrapulsEasy-ak-60/60-ST	1	278,60	278,60
Kit conector FC-Easy 60/60	1	16,80	16,80
Voltímetro digital, LCD, 3.5 Dígitos, AC	2	68,38	136,76
Fuente de alimentación 12 V 15 W	1	14,51	14,51
Fuente de alimentación 5 V 15 W	1	14,51	14,51
Resistencia 390 k Ω \pm 1 % 0,6 W	10	0,057	0,57
Resistencia 330 k Ω \pm 1 % 0,6 W	10	0,06	0,60
Resistencia 220 k Ω \pm 1 % 0,6 W	10	0,167	1,67
Fuente de alimentación 24 V 120 W	1	27,00	27,00
Interruptor giratorio de 4 posiciones	1	16,46	16,46
Resistencia 6,8 Ω \pm 5 % 150 W	1	12,29	12,29

Resistencia 18 Ω ± 5 % 50 W	1	3,63	3,63
Resistencia 50 Ω ± 5 % 25 W	1	2,33	2,33
Disipador aluminio 100x200x25 mm	1	17,48	17,48
Interruptor diferencial iDPNa Vigí A9D34606	1	78,28	78,28
Fusible de cartucho T – 4 A	10	0,106	1,06
Fusible de cartucho T – 2 A	10	0,315	3,15
Seccionador	1	52,60	52,60
Piloto verde	1	14,39	14,39
Conectores ILME	2	11,32	22,64
Carcasa Conector ILME	1	13,91	13,91
TOTAL			729,24

J.3.2. Coste de elementos auxiliares

Tabla J.4 Desglose del coste asociado a los elementos auxiliares [elaboración propia]

Descripción	Cantidad	Coste unitario [€]	Total [€]
Armario 400x300x155 mm + Placa	1	94,32	94,32
Canaleta gris 25x20 mm	2	2,55	5,10
Maneta PA 80, negro	4	2,36	9,44
Deslizador mueble adhesivo 75x16 mm (Pack de 4)	1	2,05	2,05
Carril DIN 35x7,5 mm, 500 mm	1	3,80	3,80
Borne terminal pasante 4 mm ²	3	0,74	2,22
Borne terminal pasante 10 mm ²	9	1,21	10,89
Borne azul	1	0,79	0,79
Borne de tierra	1	3,04	3,04

Borne con fusible	3	7,66	22,98
Placa de terminación para borne	1	0,35	0,35
Abrazadera final para carril DIN	4	0,80	3,20
Jumper bipolar para borne	4	0,55	2,20
Manguera acometida (2,5 mm ²)	2	1,80	3,60
Conector de red tipo F (enchufe)	1	2,45	2,45
Cable 2.5 mm ² (tierra)	2	0,20	0,40
Cable 1,5 mm ²	7	0,13	0,91
Cable 1,0 mm ²	12	0,10	1,20
Manguera mallada (0,25 mm ²)	4	0,30	1,20
Prensaestopas	3	1,05	3,15
Puntera hueca	100	0,08	8,00
Terminal Faston	10	0,10	1,00
Terminal redondo	10	0,12	1,20
Marcadores de cable (Kit de 200)	1	7,69	7,69
Conector D-sub de soldadura (15 pins)	1	1,99	1,99
Carcasa D-sub plástico (15 pins)	1	2,69	2,69
Separador roscado macho/hembra 40mm	4	0,84	3,36
Chapa perforada de aluminio (500x500x0,6 mm)	1	18,00	18,00
Perfil L de aluminio (40x25x2 mm)	1	4,95	4,95
Remaches	24	0,05	1,20
Tornillería	-	-	6,75
Brida	10	0,04	0,40
Soporte para brida	3	0,09	0,27
Tubo termorretráctil	2	0,45	0,90
Manguito para cables	2	0,52	1,04
TOTAL			232,73

J.3.3. Coste total de la construcción del módulo

Tabla J.5 Desglose del coste asociado a la construcción del módulo [elaboración propia]

Descripción	Coste total [€]
Coste de componentes	729,24
Coste de elementos auxiliares	232,73
SUBTOTAL	961,97
I.V.A. (21 %)	202,01
TOTAL	1163,98

J.4. Coste energético

Por último, los instrumentos utilizados para la investigación y el desarrollo consumen energía eléctrica, por esto, el coste asociado se detalla en la Tabla J.6, suponiendo un coste por kWh de 0,13 €. Los costes asociados de los equipos no conectados a la red o los que han servido para mecanizar el módulo (uso esporádico), se han considerado despreciables. Además, se ha considerado el coste energético del módulo de ajuste durante la fase de pruebas, la potencia nominal del cual se indica en el apartado 9.3 de la memoria.

Tabla J.6 Desglose del coste asociado al consumo energético [elaboración propia]

Descripción	Potencia consumida [W]	Tiempo de uso [h]	Coste [€]
Ordenador portátil	120	250	3,90
Osciloscopio	170	10	0,22
Fuentes regulables (dos unidades)	230 (x2)	10	0,60
Módulo de ajuste	519,8	3	0,20
TOTAL			4,92

J.5. Coste total

A partir de los costes de los apartados anteriores el coste global del proyecto asciende a 12277,55 € (véase Tabla J.7), donde el coste de personal supone aproximadamente un 95 % del total.

Tabla J.7 Desglose del coste total del proyecto [elaboración propia]

Descripción	Coste [€]
Coste de personal	11000,00
Coste de investigación y desarrollo	108,65
Coste de la construcción del módulo	1163,98
Coste energético	4,92
TOTAL	12277,55

K. Documentación de los componentes

A continuación se adjuntan los documentos proporcionados por los fabricantes de los diversos componentes usados en el módulo de ajuste. En ellos figuran todas las especificaciones técnicas de las cuales se ha hecho mención en el trabajo. Los documentos aparecen en el orden que figura a continuación:

1. Fuente NDR-120-24 – Especificaciones
2. Fuente NDR-120-24 – Manual de instalación
3. Selector ONSO41PB – Especificaciones*
4. Resistencia de 6,8 Ω (HSC150) y 18 Ω (HSA50) – Especificaciones
5. Resistencia de 50 Ω (THS25) – Especificaciones
6. Disipador RG14070 – Especificaciones
7. Variador XtrapulsEasy-ak-60/60-ST – Especificaciones
8. Variador XtrapulsEasy-ak-60/60-ST – Manual de instalación*
9. Voltímetro DPM-970 – Especificaciones
10. Fuente DR-15-5 y DR-15-12 – Especificaciones
11. Fuente DR-15-5 y DR-15-12 – Manual de instalación
12. Fusible Slo-Blo 218 Series (4 A) – Especificaciones
13. Fusible Slo-Blo 219-XA Series (2 A) – Especificaciones
14. Interruptor diferencial iDPNa Vigi – Especificaciones
15. Piloto verde XB4BVB3 – Especificaciones
16. Armario MAS0403015R5 – Especificaciones

* Estos documentos se han resumido para mostrar sólo las especificaciones relevantes del componente utilizado en este proyecto.



Features

- Universal AC input / Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- UL 508 (industrial control equipment) approved
- EN61000-6-2(EN50082-2) industrial immunity level
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty

Description

NDR-120 is one economical slim 120W DIN rail power supply series, adapt to be installed on TS-35/7.5 or TS-35/15 mounting rails. The body is designed 40mm in width, which allows space saving inside the cabinets. The entire series adopts the full range AC input from 90VAC to 264VAC and conforms to EN61000-3-2, the norm the European Union regulates for harmonic current.

NDR-120 is designed with metal housing that enhances the unit's power dissipation. With working efficiency up to 89%, the entire series can operate at the ambient temperature between -20°C and 70°C under air convection. It is equipped with constant current mode for over-load protection, fitting various inductive or capacitive applications. The complete protection functions and relevant certificates for industrial control apparatus (UL508, TUV EN60950-1, and etc.) make NDR-120 a very competitive power supply solution for industrial applications.

Model Encoding

NDR - 120 - 12

Output voltage

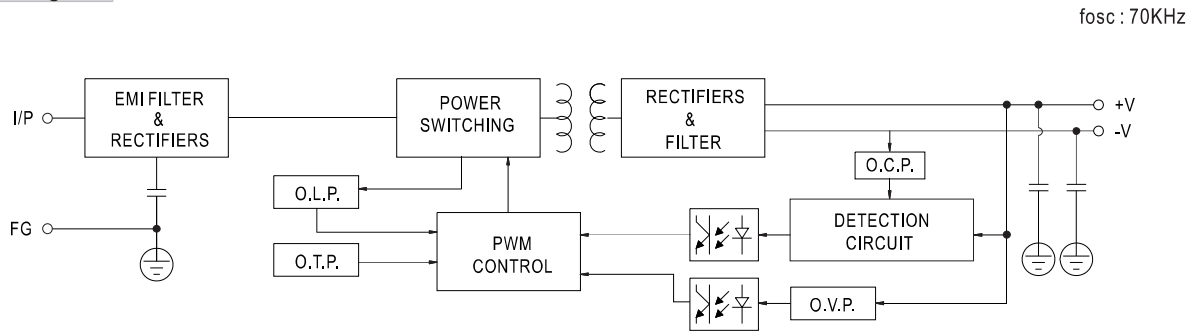
Output wattage

Series name

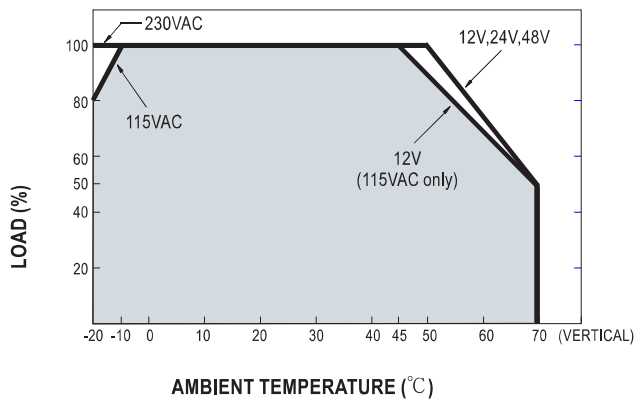
SPECIFICATION

MODEL		NDR-120-12		NDR-120-24	NDR-120-48
OUTPUT	DC VOLTAGE	12V		24V	48V
	RATED CURRENT	10A		5A	2.5A
	CURRENT RANGE	0 ~ 10A		0 ~ 5A	0 ~ 2.5A
	RATED POWER	120W		120W	120W
	RIPPLE & NOISE (max.) <small>Note,2</small>	100mVp-p		120mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	12 ~ 14V		24 ~ 28V	48 ~ 55V
	VOLTAGE TOLERANCE <small>Note,3</small>	± 2.0%		± 1.0%	± 1.0%
	LINE REGULATION	± 0.5%		± 0.5%	± 0.5%
	LOAD REGULATION	± 1.0%		± 1.0%	± 1.0%
	SETUP, RISE TIME	1200ms, 60ms/230VAC 2500ms, 60ms/115VAC at full load			
	HOLD UP TIME (Typ.)	16ms/230VAC 10ms/115VAC at full load			
INPUT	VOLTAGE RANGE <small>Note,6</small>	90 ~ 264VAC 127 ~ 370VDC [DC input operation possible by connecting AC/L(+), AC/N(-)]			
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	85.5%		88%	89%
	AC CURRENT (Typ.)	2.25A/115VAC 1.3A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	20A/115VAC 35A/230VAC			
	LEAKAGE CURRENT	<1mA / 240VAC			
PROTECTION	OVERLOAD	105 ~ 130% rated output power Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	14 ~ 17V		29 ~ 33V	56 ~ 65V
		Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover			
	OVER TEMPERATURE	Shut down o/p voltage, re-power on to recover			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")			
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 95% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	± 0.03%/°C (0 ~ 50°C)			
	VIBRATION	Component:10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6			
SAFETY & EMC <small>(Note 4)</small>	SAFETY STANDARDS	UL508, TUV EN60950-1 approved			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC I/P-FG:2KVAC O/P-FG:0.5KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:>100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH			
	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22), EN61204-3 Class B, EN61000-3-2,-3			
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN55024, EN61000-6-2 (EN50082-2), EN61204-3, heavy industry level, criteria A			
OTHERS	MTBF	456.3K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)			
	DIMENSION	40*125.2*113.5mm (W*H*D)			
	PACKING	0.6Kg; 20pcs/13Kg/1.16CUFT			
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. 5. Installation clearances : 40mm on top, 20mm on the bottom, 5mm on the left and right side are recommended when loaded permanently with full power. In case the adjacent device is a heat source, 15mm clearance is recommended. 6. Derating may be needed under low input voltage. Please check the derating curve for more details.				

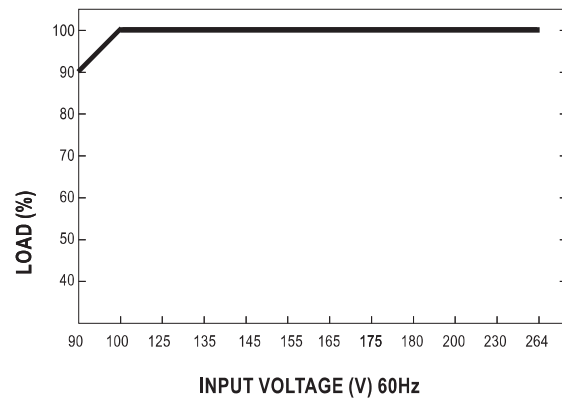
Block Diagram



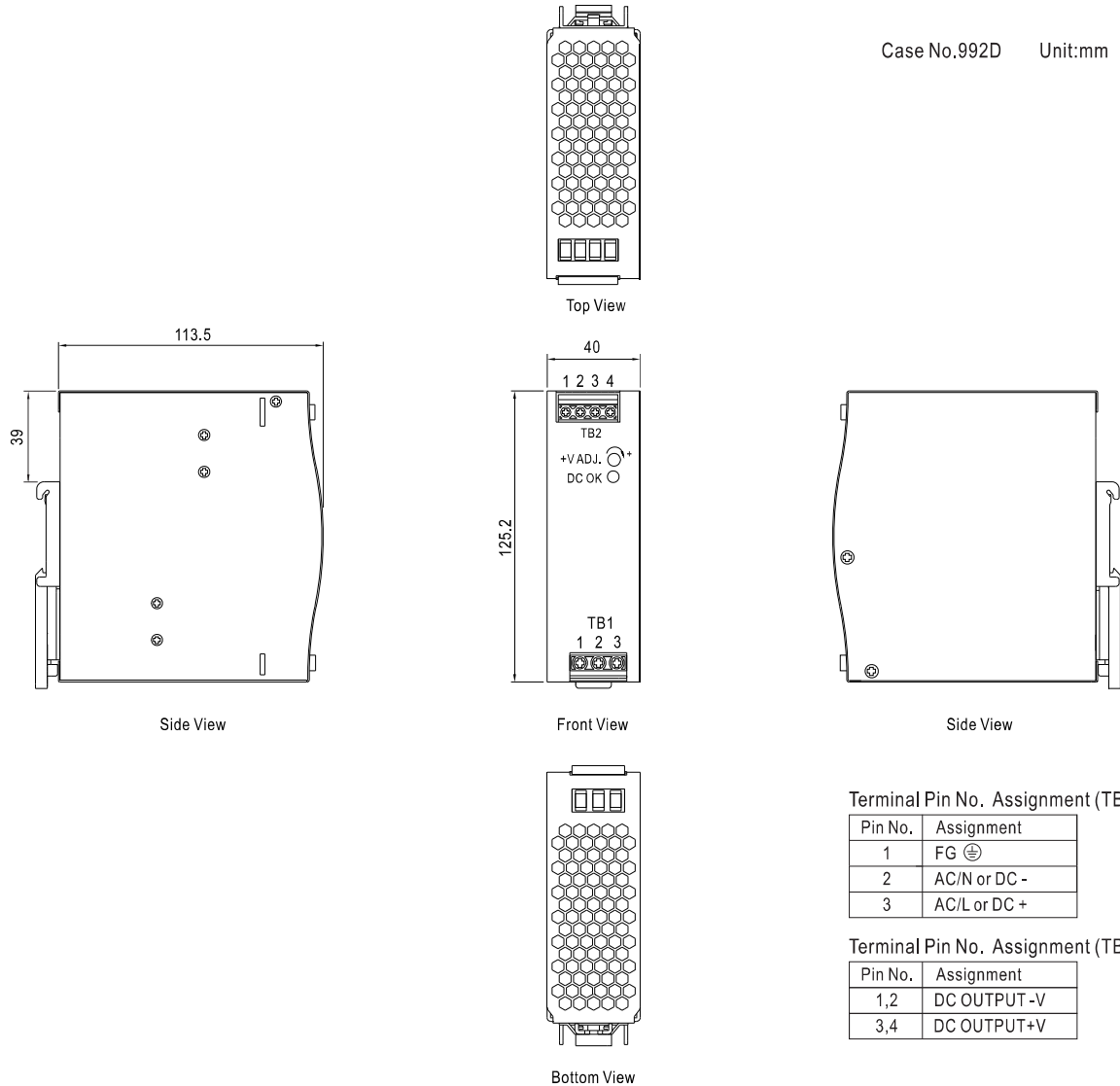
Derating Curve



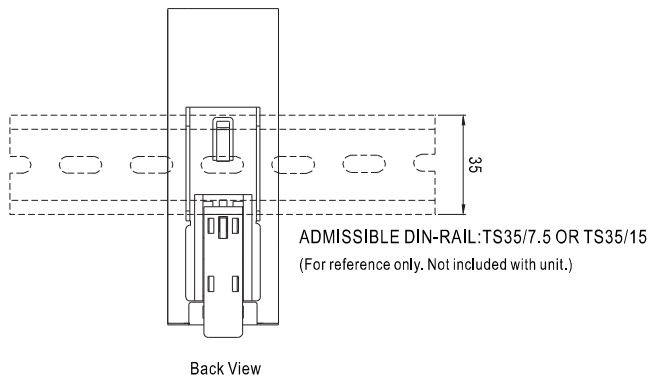
Static Characteristics



Mechanical Specification



Installation Instruction



This series fits DIN-RAIL TS35/7.5 or TS35/15.
For installation details, please refer to the USER MANUAL on
http://www.meanwell.com/search/NDR-120/NDR_manual.pdf

Installation Manual

● Type : NDR DIN rail power supply (Series : NDR-75, 120, 240, 480)

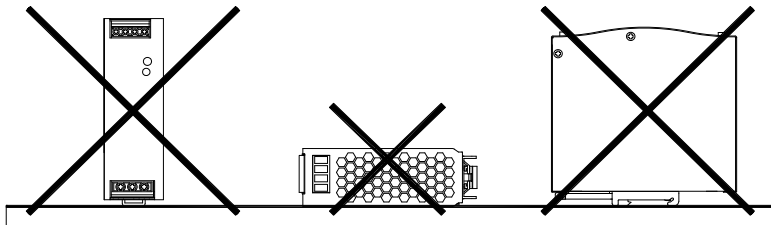
NDR-75-12	INPUT: 100-240VAC 1.6A 50/60Hz	OUTPUT: 12V 6.3A
NDR-75-24	INPUT: 100-240VAC 1.6A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 3.2A
NDR-75-48	INPUT: 100-240VAC 1.6A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 1.6A
NDR-120-12	INPUT: 100-240VAC 2.6A 50/60Hz	OUTPUT: 12V 10A
NDR-120-24	INPUT: 100-240VAC 2.6A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 5A
NDR-120-48	INPUT: 100-240VAC 2.6A 50/60Hz	OUTPUT: 48V 2.5A
NDR-240-24	INPUT: 100-240VAC 2.8A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 10A
NDR-240-48	INPUT: 100-240VAC 2.8A 50/60Hz	OUTPUT: 48V 5A
NDR-480-24	INPUT: 100-240VAC 5.3A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 20A
NDR-480-48	INPUT: 100-240VAC 5.3A 50/60Hz	OUTPUT: 48V 10A

● Introduction

NDR is a DIN rail power supply series with an economical price and slim design. Like other Mean Well's DIN series, they can be mounted on a TS35 Standard DIN rail.

● Installation

- (1) Always allow good ventilation clearances, 5mm left and right, 40mm above and 20mm below, around the unit in use to prevent it from overheating. Also a 10-15 cm clearance must be kept when the adjacent device is a heat source.
- (2) The appropriate mounting orientation for the unit is vertical, the input terminals at the bottom and output on the top. Mounting orientations other than that, such as upside down, horizontal, or table-top mounting, is not allowed.



- (3) Use copper wire only, and recommended wires are shown as below.

AWG	18	16	14	12
Rated Current of Equipment (Amp)	7A	10A	15A	20A
Cross-section of Lead(mm ²)	0.8	1.3	2.1	3.3
Note: Current each wire carries should be de-rated to 80% of the current suggested above when using 5 or more wires connected to the unit.				

Make sure that all strands of each stranded wire enter the terminal connection and the screw terminals are securely fixed to prevent poor contact. If the power supply possesses multi-output terminals, please make sure each contact is connected to wires to prevent too much current stress on a single contact.

- (4) Use wires that can withstand temperatures of at least 80°C, such as UL1007.
- (5) Recommended wire strapping length is 5mm (0.197").
- (6) Recommended screwdriver is 3mm, slotted type.

Installation Manual

(7) The recommended torque setting for terminals is shown as below.

Model	I/P	O/P
NDR-75	6.9 kgf-cm (6 Lb-in)	6.9 kgf-cm (6 Lb-in)
NDR-120	10.35 kgf-cm (9 Lb-in)	10.35 kgf-cm (9 Lb-in)
NDR-240	10.35 kgf-cm (9 Lb-in)	10.35 kgf-cm (9 Lb-in)
NDR-480	10.35 kgf-cm (9 Lb-in)	10.35 kgf-cm (9 Lb-in)

(8) Suggested fuse and maximum number of the PSUs that can be connected to a circuit breaker at 230V are shown as below.

Model	Fuse	Circuit breaker	
		C16	D16
NDR-75	T3.15A/L250V	6	13
NDR-120	T4A/L250V	5	10
NDR-240	T5A/L250V	4	10
NDR-480	T8A/L250V	3	5

(9) Mounting Instruction :

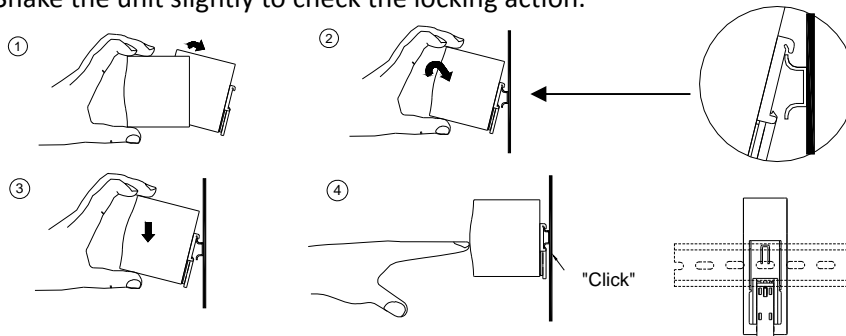
Mount as shown in figure only, with input terminals down, or else sufficient cooling will not be possible.

Admissible DIN rail : TS35/7.5 or TS35/15

For rail fastening :



- Tilt the unit slightly rearwards.
- Fit the unit over top hat rail.
- Slide it downward until it hits the stop.
- Press against the bottom for locking.
- Shake the unit slightly to check the locking action.



(11) For other information about the products, please refer to www.meanwell.com for details.

Warning / Caution !!

- Risk of electrical shock and energy hazard. All failure should be examined by a qualified technician. Please do not remove the case of the power supply by yourself!
- Risk of electric arcs and electric shock (danger to life). Connecting both the primary and the secondary sides together is not allowed.
- Risk of burn hazard. Do not touch the unit in operation and shortly after disconnection!
- Risk of fire and short circuit. The openings should be protected from foreign objects or dripping liquids.
- Only install the unit in a pollution degree 2 environment (Note.1).
- Please do not install the unit in places with high moisture or near the water.



Installation Manual

- (7) The maximum operating temperature is 45°C for NDR/EDR-75-12; 50°C for NDR/EDR-75-24/48, NDR/EDR-120-12/24/48, NDR-240-24/48, NDR-480-24/48, please do not install the unit in places with high ambient temperature or near fire source.
- (8) The FG (⊕) must be connected to PE (Protective Earth).
- (9) Output current and output wattage must not exceed the rated value on its specification.
- (10) Disconnect system from supply voltage:
Before commencing any installation, maintenance or modification work: Disconnect your system from supply voltage. Make sure that inadvertent connection in circuit will be impossible!
- (11) For continued protection against risk of fire, replace only with same type and rating of fuse.
Pour ne pas compromettre la protection contre les risques d'incendie, remplacer par un fusible de même type et de mêmes caractéristiques nominales.

Note.1: Pollution Degree 2 applies where there is only non-conductive pollution that might temporarily become conductive due to occasional condensation. Generally refer to dry, well-ventilated locations, such as control cabinets.

Manufacturer :

MEAN WELL ENTERPRISES Co., LTD.
No.28, Wuquan 3rd Rd., Wugu Dist.,
New Taipei City 24891, Taiwan
Tel: +886-2-2299-6100
Web: www.meanwell.com

Branch Office :

China

MEAN WELL (GUANGZHOU)
ENTERPRISES Co., LTD.
2F, A Building, Yuean Industry Park,
Huangcun, Dongpu Yown, Tianhe
District, Gungzhou, China
Post Code: 510660
Tel: +86-20-2887-1200
Web: www.meanwell.com.cn

U.S.A.

MEAN WELL USA, INC.
44030 Fremont Blvd., Fremont,
CA 94538, U.S.A.
Tel: +1-510-683-8886
Web: www.meanwellusa.com


Europe

MEAN WELL EUROPE B.V.
Langs de Werf 8, 1185XT
Amstelveen, The Netherlands
Tel: +31-20-758-6000
Web: www.meanwell.eu

Declaration of China RoHS Conformity

In order to reduce the impacts on the environment and take the more responsibility for protecting the earth, MEAN WELL is confirming and announcing the conformity to China RoHS, an Administrative Measures for the Restriction of the Use of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Products.

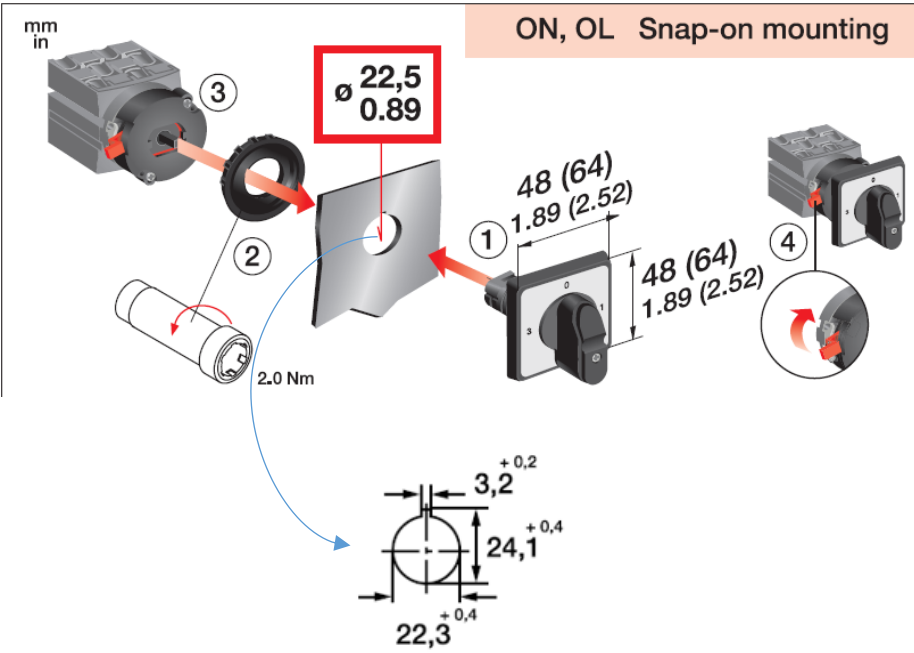
Environment Friendly Use Period Label

	<p>Observing SJT 11364-2014, Marking for the Restricted Use of Hazardous Substances in Electronic and Electrical Products</p> <p>Observing SJ/Z 11388-2009, General Guidelines of Environment-friendly Use Period of Electronic Information Products Appendix B, adopting table look-up to verify the Environment Friendly Use Period</p>
---	---

Names and Contents of Hazardous Substances Lists

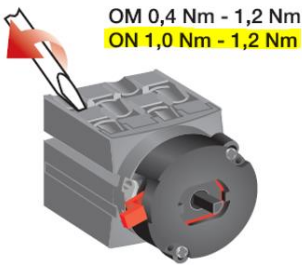
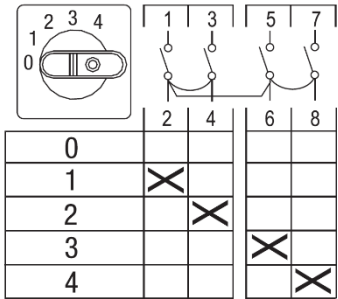
Part Name	Hazardous Substances					
	Lead (Pb)	Mercury (Hg)	Cadmium (Cd)	Hexavalent chromium (Cr ⁶⁺)	Polybrominated biphenyls (PBB)	Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
PCB and its components	X	O	X	O	O	O
Metal structure parts	X	O	O	O	O	O
Plastic structure parts	O	O	O	O	O	O
Accessories	O	O	O	O	O	O
Cables	X	O	O	O	O	O
<p>O: The concentration of the hazardous substances within the homogeneous material of that product is less than the concentration limits set by GB/T 26572-2011.</p> <p>X: The concentration of the hazardous substances within the homogeneous material of that product is over the concentration limits set by GB/T 26572-2011; however, it follows the standard advised by 2011/65/EU.</p>						

MONTAJE EN PANEL

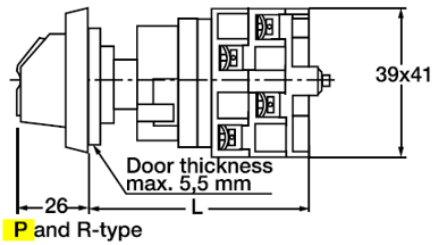


CONEXIONADO

O_SO41_



DIMENSIONES



		Number of contact chambers ¹⁾									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Snap-on mounting (P-type)	L	54	66	78	90	102	114	126	138	150	162
Screw mounting (R-type)	L	34	46	58	70	82	94	106	118	130	142
Key operated (K-type)	H	62	74	86	98	110	122	134	146	159	171
Round front ring (X-type)	L	54	66	78	90	102	114	126	138	150	162

¹⁾ Further chambers add 12 mm per chamber

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Ratings according to IEC60947-3

		Size	ON
Impulse withstand voltage	U_{imp}	kV	4
Rated insulation voltage		V	690
Rated operational voltage	U_e	V	400
Rated thermal current I_{th}		A	25
Rated conditional short circuit current	I_p (r.m.s.)	kA	7 ¹⁾
Max back-up fuse link		A	25
Rated short time withstand current (r.m.s)	3s	A	100
	10s	A	60
	30s	A	32
	60s	A	30
Rated operational current	I_n	A	25
	AC1 400V	A	25
	AC21 400V	A	25
	AC11 220-240V	A	5.5
	380-440V	A	3.5
	500V	A	4.5
	AC22 220-500V	A	20
	660-690V	A	20
Rated operational current	Time constant 0...1ms		
1-contact in series	DC21 24V	A	20
1-contact in series	48V	A	20
2-contact in series	60V	A	20
3-contact in series	110V	A	20
5-contact in series	220V	A	20
9-contact in series	440V	A	20
10-contact in series	600V	A	16
Rated operational current	Time constant 1...50 ms		
1-contact in series	DC22 24V	A	10
1-contact in series	30V	A	4.5
1-contact in series	40V	A	4.5
2-contact in series	60V	A	4.5
3-contact in series	110V	A	4.5
5-contact in series	220V	A	4.5
Rated operational power			
AC23 3 ph.	220-240V	kW	2.6
	380-440V	kW	7.5
	500V	kW	4.8
	660-690V	kW	4.8
AC23 1 ph.	110V	kW	0.5
	220-240V	kW	0.9
	400V	kW	1.5
Rated operational power			
AC2 3 ph.	220-240V	kW	3.5
	380-440V	kW	6
	500V	kW	6
	660-690V	kW	6
AC3 3 ph.	220-240V	kW	2.2
	380-440V	kW	5.5
	500V	kW	4
	660-690V	kW	4

¹⁾ 400 V

Ratings according to IEC60947-3

		Size	ON
AC3 1 ph.	110V	kW	0.4
	220-240V	kW	0.75
	400V	kW	1.3

Terminals

	Size	ON
Connecting screws	M	3.5
Max cable cross section, solid/stranded	mm ²	4
	AWG	14-12

Contacts

	Size	ON
Minimum voltage AC/DC	V	5
Minimum current AC/DC	mA	5
Standard butt contact with plain contact tip		x
Butt contact with peak type contact tip		
Gold contacts (special)		x
Storing temperature	°C	-40...+80
Operational temperature ¹⁾	°C	-30...+70

¹⁾ At 40°C, derating 0%
At 70°C, derating 30%
Current peaks up to 60°C, derating 0%

Ratings according to UL and CSA

		Size	ON
Maximum operating voltage		V	600
Pilot duty category CSA/UL		VAC	A600
Ampere rating	General use	UL 480V, CSA 600V	A
		UL 600V	A
	at 600VAC UL		A
Rated power	3-phase 120V	HP	1
	240V	HP	2
	480V	HP	5
	600V	HP	5
	1-phase 120V	HP	1
	240V	HP	1
	480V	HP	2
	600V	HP	3
Short circuit ratings			
Maximum prospective fault current		kA	10
Maximum fuse size		A	35(RK5)
Switching frequency		cycles/hour	150

¹⁾ The ratings for the older type OLB0, see ON1GB 07_03 catalogue

Aluminium Housed Power Resistors

Type HS Series

Type HS Series



Tyco are the leading European supplier of standard and custom designed aluminium housed resistors for general-purpose use, power supplies, power generation and the traction industry.

The HS is a range of extremely stable, high quality wire wound resistors capable of dissipating high power in a limited space with relatively low surface temperature. The power is rapidly dissipated as heat through the aluminium housing to a specified heatsink.

The resistors are made from quality materials for optimum reliability and stability. Tyco can test resistors to conform to relevant international, MIL or customer specifications.

Tyco are happy to advise on the use of resistors for pulse applications and to supply information for high voltage use and low-ohmic value, alternative mountings and termination type.

Key Features

- Established product with proven reliability
 - Leading the way with over 50 years of design and manufacturing experience
- 5 Watts to 300 Watts (500 Watt and 1000 Watt versions available)
 - Largest range on the market
- Versatile product
 - Bench mark in every industry
- Custom designs
 - Windings, terminations, mountings - We have a solution for your application
- Low resistance, low inductance and higher voltage versions available
 - Specialising the standard

Applications

- Braking Resistor
- Balancing Resistor
- Capacitor Charging & Discharging
- Crowbar
- Filter
- Electrical Machinery general use
- Available through Distribution

Characteristics - Electrical HSA & HSC - 5 Watts to 75 Watts

	HSA5	HSA10	HSA25	HSA50	HSC75
Dissipation @ 25°C with Heatsink (Watts):	10	16	25	50	75
Without Heatsink:	5.5	8	12.5	20	45
Ohmic Value Min (Ohms):	R01	R01	R01	R01	R05
Max:	10K	15K	36K	100K	50K
Max. Working Voltage (DC or ACrms) Volts:	160	265	550	1250	1400
Dielectric Strength (AC Peak) Volts:	1400	1400	2500	2500	5000
Stability (% resistance change, 1000 hours) (%):	1	1	1	1	2
Standard Heatsink - Area (mm ²):	41500	41500	53500	53500	99500
Thickness (mm):	1	1	1	1	3
Number of Mounting Holes:	2 hole	2 hole	2 hole	2 hole	4 hole

Characteristics - Electrical HSC - 100 Watts to 300 Watts

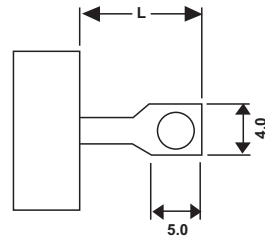
	HSC100	HSC150	HSC200	HSC250	HSC300
Dissipation @ 25°C with Heatsink (Watts):	100	150	200	250	300
Without Heatsink:	50	55	50	60	75
Ohmic Value Min (Ohms):	R05	R10	R10	R10	R10
Max:	100K	100K	50K	68K	82K
Max. Working Voltage (DC or ACrms) Volts:	1900	2500	1900	2200	2500
Dielectric Strength (AC Peak) Volts:	5000	5000	5600	5600	5600
Stability (% resistance change, 1000 hours) (%):	2	2	3	3	3
Standard Heatsink - Area (mm ²):	99500	99500	375000	476500	578000
Thickness (mm):	3	3	3	3	3
Number of Mounting Holes:	4 hole	4 hole	6 hole	6 hole	6 hole

Characteristics - Electrical

Long Term Stability:	For improvements in long-term stability, resistors must be derated as follows; for 50% of stated ΔR maximum dissipation must not exceed 70% of rating; for 25% of stated ΔR maximum, dissipation must not exceed 50% of rating
Insulation Resistance:	Dry: 10,000M Ω minimum. After moisture test: 1000M Ω minimum.
Heat Dissipation:	Although the use of proprietary heat sinks with lower thermal resistance is acceptable, up rating is not recommended. The use of proprietary heat sink compound to improve thermal conductivity is recommended for optimum performance of all sizes but essential for HSC200, HSC250 & HSC300
Specification:	Temperature coefficient below 100R, 50ppm/°C Temperature coefficient above 100R, 30ppm/°C Tolerance, 5% standard: 10%, 3%, 2%, 0.5% & 0.25% available Tolerance for values below R10, 10% standard

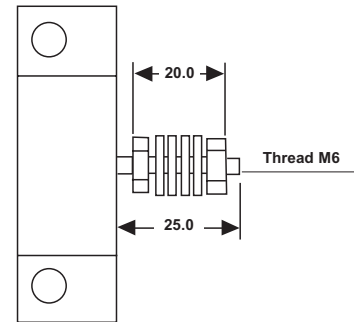
Type HS Series

Product Specifications - HSA5 - HSC150

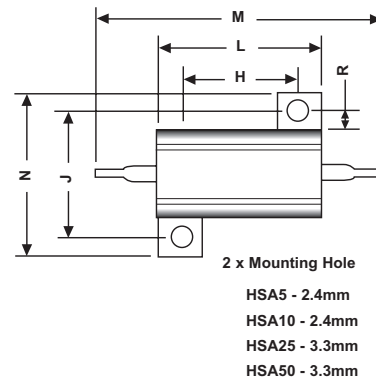


Type	L
HSA5, 10	7
HSA25, 50	10
HSC75, 100, 150	8

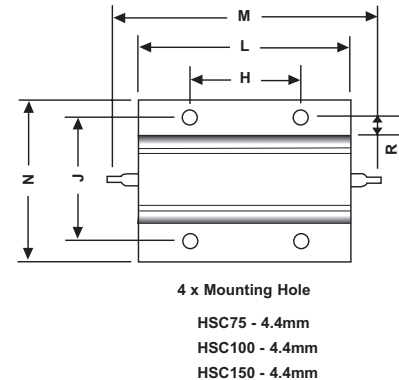
HSC200 - HSC300



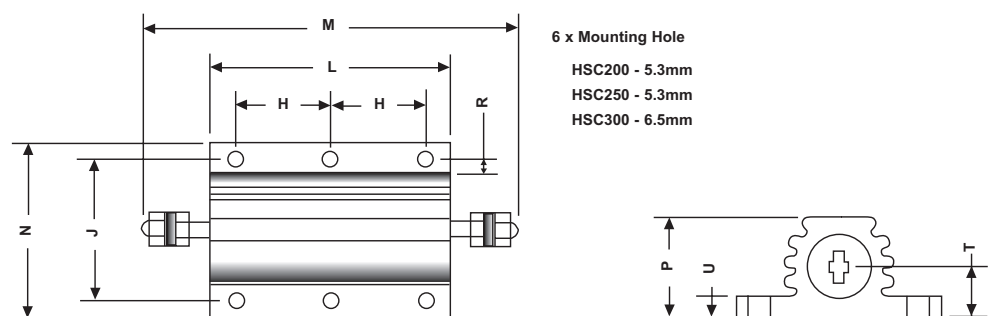
Dimensions - HSA5 - HSA50



HSC75 - HSC150

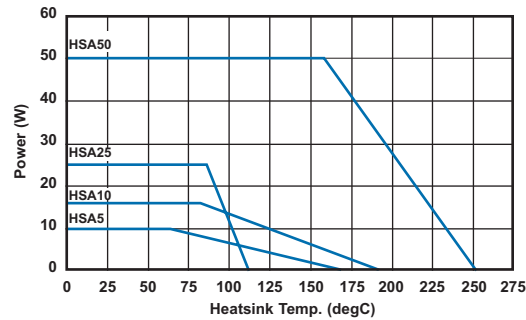


HSC200+

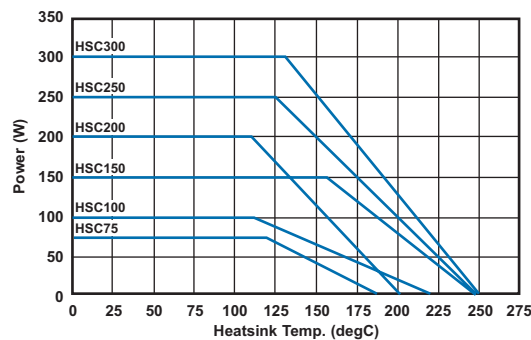


Type	H±0.3	J±0.3	K±0.2	L Max	M Max	N Max	P Max	R Min	T±0.5	U Max
HSA5	11.3	12.4	2.4	17.0	30.0	17.0	9.0	1.9	3.4	2.5
HSA10	14.3	15.9	2.4	21.0	36.5	21.0	11.0	1.9	5.2	3.2
HSA25	18.3	19.8	3.3	29.0	51.8	28.0	15.0	2.8	7.2	3.2
HSA50	39.7	21.4	3.3	51.0	72.5	30.0	17.0	2.8	7.9	3.2
HSC75	29.0	37.0	4.4	49.0	71.0	47.5	26.0	5.0	11.5	3.5
HSC100	35.0	37.0	4.4	65.5	87.5	47.5	26.0	5.0	11.5	3.5
HSC150	58.0	37.0	4.4	98.0	122.0	47.5	26.0	5.0	11.5	3.5
HSC200	35.0	57.2	5.3	90.0	143.0	73.0	45.0	5.6	22.2	6.75
HSC250	44.5	57.2	5.3	109.0	163.0	73.0	45.0	5.6	22.2	6.75
HSC300	52.0	59.0	6.5	128.0	180.0	73.0	45.0	6.0	22.2	6.75

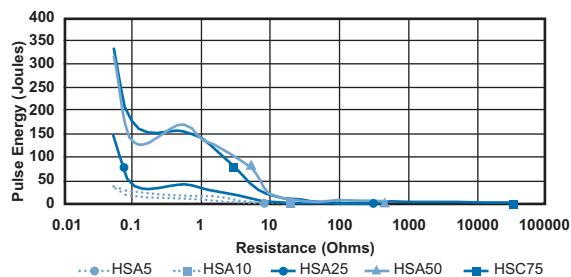
Derating Curve HSA5 to HSA50



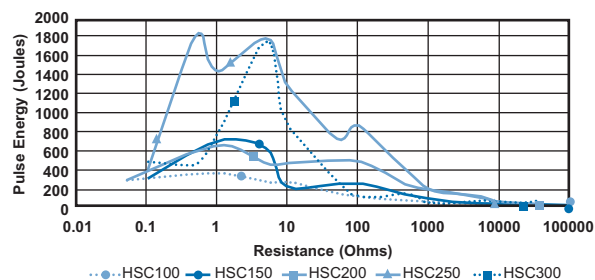
Derating Curve HSC75 to HSC300



Pulse Energy HSA5 to HSC75

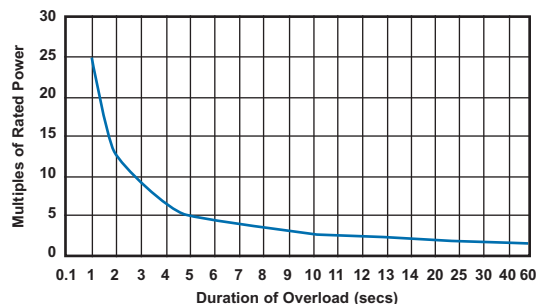


Pulse Energy HSC100 to HSC300



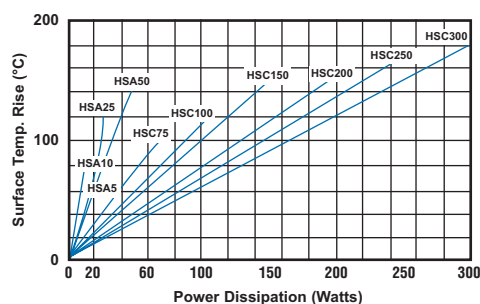
Type HS Series

Power Overload



This graph indicates the amount that the rated power (at 20°C) of the standard HS Series resistor may be increased for overloads of 100mS to 60S

Surface Temperature Rise



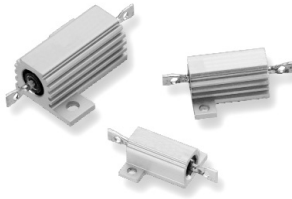
For resistor mounted on standard heatsink, related to power dissipation

How to Order

HS	A	50	680R	J
Common Part	Mounting Style	Power Rating	Resistance Value	Tolerance
HS- Standard NHS - Low Inductance	A - Single Opposing mounting Feet B - Flange One Side C - Flange Two Sides	10 Watt = HSA5 16 Watt = HSA10 25 Watt = HSA25 50 Watt = HSA50 75 Watt = HSA75 etc	0.1ohm (100 mille ohms) R10 1ohm (1000 mille ohms) 1R0 1K (1000 ohms) 1K0	F - 1% G - 2% E - 3% J - 5% K - 10%

Type THS Series

Type THS Series



Tyco are the leading European supplier of standard and custom designed aluminium housed resistors for general-purpose use, power supplies, power generation and the traction industry.

The THS is a range of extremely stable, high quality wire wound resistors capable of dissipating high power in a limited space with relatively low surface temperature. The power is rapidly dissipated as heat through the aluminium housing to a specified heatsink. The resistors are made from quality materials for optimum reliability and stability. Tyco can test resistors to conform to relevant international, MIL or customer specifications.

Characteristics - Electrical THS - 10 Watts to 75 Watts

	THS10	THS15	THS25	THS50	THS75
Dissipation @ 25°C with Heatsink (Watts):	10	15	25	50	75
Without Heatsink:	5.5	8	12.5	20	40
Ohmic Value Min (Ohms):	R01	R01	R01	R01	R05
Max:	10K	15K	36K	50K	50K
Max. Working Voltage (DC or ACrms) Volts:	160	265	550	1250	1400
Dielectric Strength (AC Peak) Volts:	1400	1400	2500	2500	5000
Stability (% resistance change, 1000 hours) (%):	1	1	1	1	2
Standard Heatsink - Area (mm ²):	41500	41500	53500	53500	99500
Thickness (mm):	1	1	1	1	3
Number of Mounting Holes:	2 hole	2 hole	2 hole	2 hole	4 hole

Characteristics - Electrical

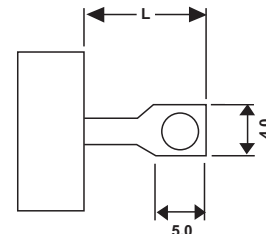
Long Term Stability:	For improvements in long-term stability, resistors must be derated as follows; for 50% of stated ΔR maximum dissipation must not exceed 70% of rating; for 25% of stated ΔR maximum, dissipation must not exceed 50% of rating
Insulation Resistance:	Dry: 10,000M Ω minimum. After moisture test: 1000M Ω minimum.
Heat Dissipation:	Although the use of proprietary heat sinks with lower thermal resistance is acceptable, up rating is not recommended. The use of proprietary heat sink compound to improve thermal conductivity is recommended for optimum performance of all sizes
Specification:	Temperature coefficient below 100R, 50ppm/°C Temperature coefficient above 100R, 30ppm/°C Tolerance, 5% standard

Key Features

- Established product with proven reliability
 - Leading the way with over 50 years of design and manufacturing experience
- 10 Watts to 75 Watts
- Versatile product
 - Bench mark in every industry

Product Specifications - THS10 - THS75

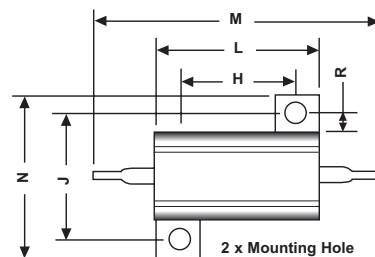
Type	L
THS10, 15	7
THS25, 50	10
THS75	8



Applications

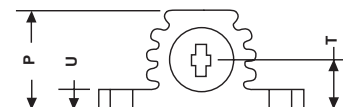
- Braking Resistor
- Balancing Resistor
- Capacitor Charging & Discharging
- Crowbar
- Filter
- Electrical Machinery general use
- Available through Distribution

Dimensions - THS10 - THS50



2 x Mounting Hole

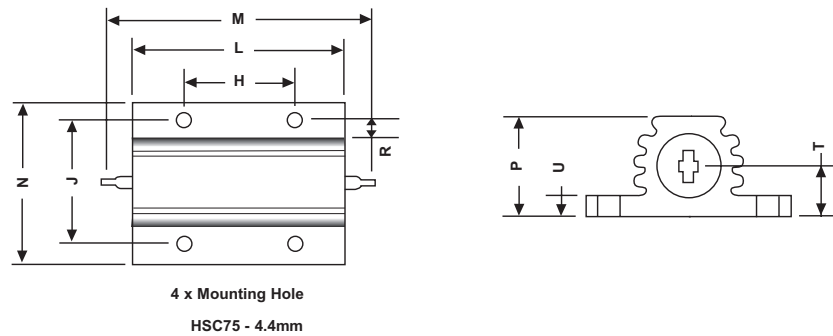
THS10 - 2.4mm THS25 - 3.3mm
THS15 - 2.4mm THS50 - 3.3mm



Type	H ± 0.3	J ± 0.3	L Max	M Max	N Max	P Max	R Min	T ± 0.5	U Max
THS10	11.3	12.4	17.0	30.0	17.0	9.0	1.9	3.4	2.5
THS15	14.3	15.9	21.0	36.5	21.0	11.0	1.9	5.2	3.2
THS25	18.3	19.8	29.0	51.8	28.0	15.0	2.8	7.2	3.2
THS50	39.7	21.4	51.0	72.5	30.0	17.0	2.8	7.9	3.2

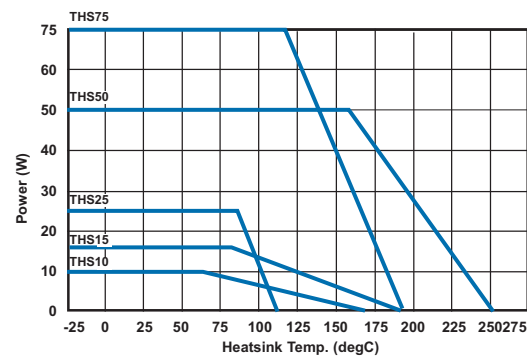
Type THS Series

Dimensions - THS75

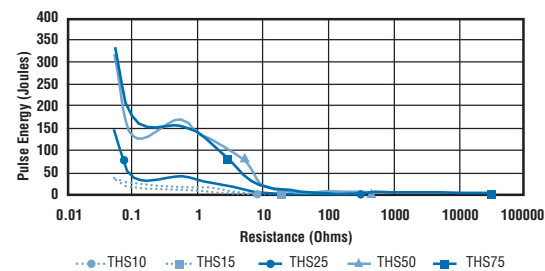


Type	H \pm 0.3	J \pm 0.3	K \pm 0.2	L Max	M Max	N Max	P Max	R Min	T \pm 0.5	U Max
THS75	29.0	37.0	4.4	49.0	71.0	47.5	26.0	5.0	11.5	3.5

Derating Curve THS10 to THS75

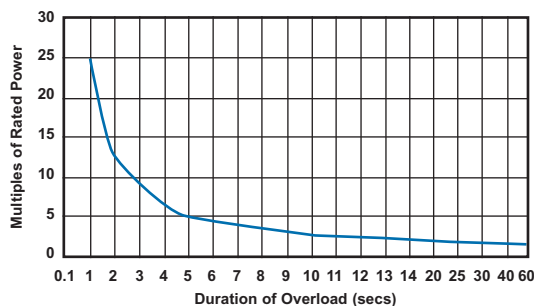


Pulse Energy THS10 to THS75



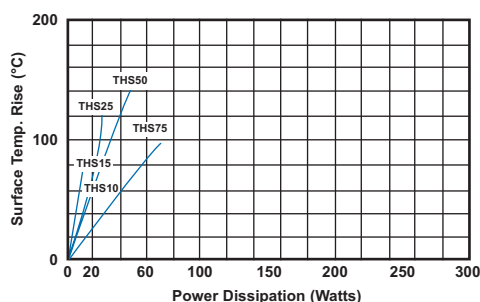
Type THS Series

Power Overload



This graph indicates the amount that the rated power (at 20°C) of the standard HS Series resistor may be increased for overloads of 100mS to 60S

Surface Temperature Rise



For resistor mounted on standard heatsink, related to power dissipation

How to Order

THS	50	680R	J
Common Part	Power Rating	Resistance Value	Tolerance
THS- Standard NTHS - Low Inductance	10 Watt = THS10 15 Watt = THS15 25 Watt = THS25 50 Watt = THS50 75 Watt = THS75	0.1ohm (100 mille ohms) R10 1ohm (1000 mille ohms) 1R0 1K (1000 ohms) 1KO	J - 5%

ADVANCED TECHNICAL INFORMATION

GENERAL SPECIFICATIONS

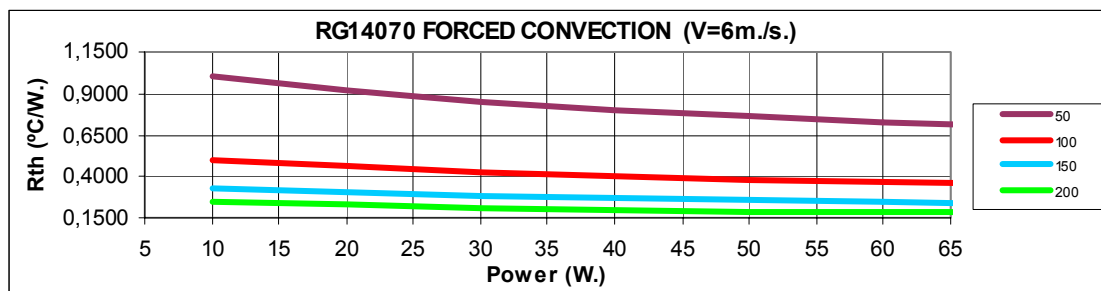
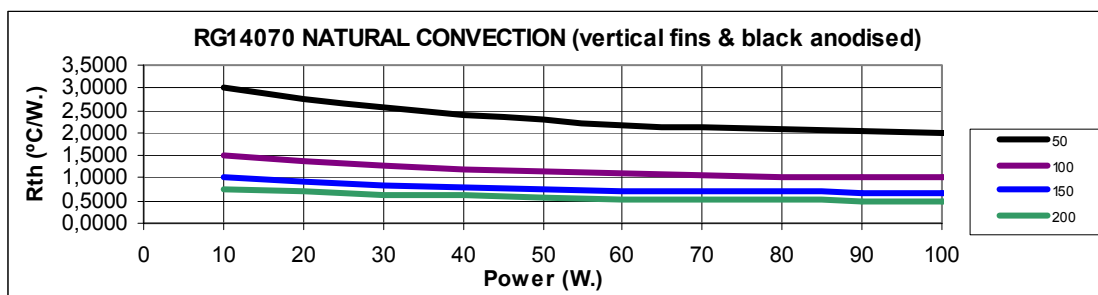
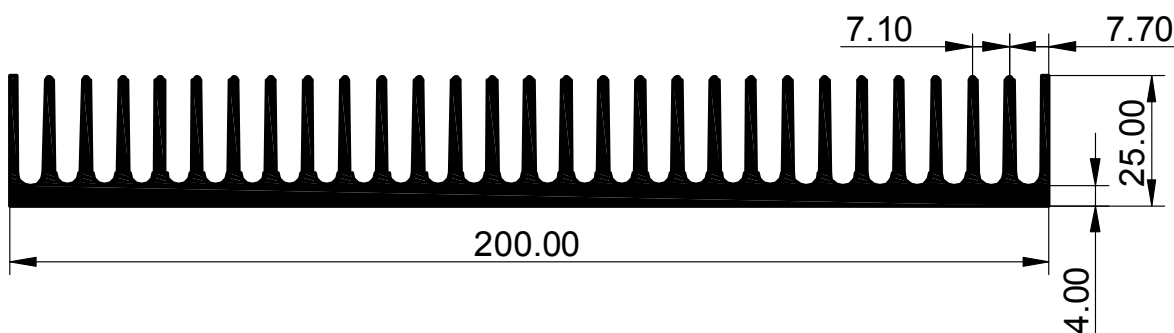
Dimensions:	25x200 mm.
Material:	6063 (AlMgSi0,5)
Perimeter:	1533 mm
Section:	1992 mm ²
Weight:	5,38 kg./m.

TYPICAL Rth VALUES

RG14070/50N (*1)	2,7661 °C/W.
RG14070/100N (*1)	1,2812 °C/W.
RG14070/150N (*1)	0,8015 °C/W.
RG14070/200N (*1)	0,5709 °C/W.
RG14070/50F (*2)	0,7612 °C/W.
RG14070/100F (*2)	0,3655 °C/W.
RG14070/150F (*2)	0,2361 °C/W.
RG14070/200F (*2)	0,1729 °C/W.

*1: Natural convection, vertical fins & black anodised surface

*2: Forced convection, V=6m/s.



RECTIFICADORES GUASCH, S.A.

Ciutat de Granada, 80
08005 BARCELONA
SPAIN

Se reserva el derecho de cambiar los límites, las condiciones de prueba y dimensiones indicadas en esta hoja sin previo aviso.
Reserves the right to change limits, test conditions and dimensions given in this data sheet at any time without previous notice.

Tel.: +34 93 309 88 91
Fax.: +34 93 300 18 41
e-mail: info@e-guasch.com
www.e-guasch.com

**ANOTACIONES EN EL «DATASHEET» :**

RECTIFICADORES GUASCH, S.A. utiliza la siguiente anotación para identificar el estado del producto, en el lado izquierdo de la primera página:

PRELIMINARY TECHNICAL INFORMATION: El producto se encuentra en proceso de diseño y desarrollo. La información presenta los datos del producto pero algunas características pueden cambiar.

ADVANCED TECHNICAL INFORMATION: El producto se encuentra totalmente diseñado y las características se refieren a la fabricación en serie.

Sin anotación: Los parámetros del producto están fijados y se suministra de acuerdo con las especificaciones publicadas.

Los datos indicados en esta publicación corresponden a especificaciones de producto, queda excluida cualquier garantía expresa o implícita sobre sus propiedades o su aplicación, así como cualquier responsabilidad sobre daños directos o indirectos producidos por los materiales o resultantes de su aplicación. La empresa se reserva el derecho de realizar cambios en las especificaciones de los productos sin previo aviso. La información respecto a métodos de uso y aplicaciones se indica sólo como guía y no constituye garantía alguna de funcionamiento satisfactorio en un determinado equipo o aplicación. Es responsabilidad del usuario determinar la idoneidad del producto para su aplicación utilizando la información disponible y asegurarse de que la misma está actualizada.

Cualquier nombre de producto o marca usada en esta publicación corresponde a marcas depositadas, marcas registradas o nombres protegidos por sus respectivos propietarios.

**DATASHEET ANNOTATIONS:**

RECTIFICADORES GUASCH, S.A. annotate datasheets in the left corner of the front page, to indicate product status:

PRELIMINARY TECHNICAL INFORMATION: The product is in design and development. The datasheet represents the product as it is understood but details may change.

ADVANCED TECHNICAL INFORMATION: The product design is complete and final characterisation for volume production is well in hand.

No Annotation: The product parameters are fixed and the product is available to datasheet specification.

The technical data are to specify components, not to guarantee their properties. No warranty or guarantee expressed or implied is made regarding delivery or performance. The Company reserves the right to alter without prior notice the specification of any product. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date.

All brand names and product names used in this publication are trademarks, registered trademarks or trade names of their respective owners.

**DATASHEET ANNOTATIONS:**

RECTIFICADORES GUASCH, S.A. Indiqué dans la notice technique à la part inférieur à gauche le suivant pour vous informer de la situation du produits

PRELIMINARY TECHNICAL INFORMATION: Le produit est dans la conception et le développement. La notice technique représente le produit comme il a été conçu mais les détails peuvent changer.

ADVANCED TECHNICAL INFORMATION: La conception de produit est fini et la notice technique est comme il a été conçu pour la fabrication.

Sans annotation: La notice technique indique que le produit est selon la même

Les données indiquées dans la notice technique sont conformément aux spécifications des composants, sont exclues toutes autres conditions ou garanties exprimées ou implicites concernant la qualité et le bon fonctionnement des matériels, ainsi que toute responsabilité pour les dommages causés directement ou indirectement par les matériels ou résultant de leur utilisation. Nous nous réservons la possibilité de changement sans notification. L'information à propos des méthodes possibles d'usage est fournie comme un guide conformément aux spécifications et instructions et ne constitue pas garantie que telles méthodes d'usage sera satisfaisant dans un morceau spécifique d'équipement. C'est la responsabilité de l'Acheteur déterminer l'exécution et l'aptitude du produit et s'assurer qu'il a la dernière actualisation de la notice technique.

Des noms de marque et produit utilisés dans cette publication sont enregistrées et propriété de leurs propriétaires respectifs.

© RECTIFICADORES GUASCH, S.A.

DOCUMENTACION TECNICA, TECHNICAL DOCUMENTATION, DOCUMENTATION TECHNIQUE
PRODUCIDO EN ESPAÑA, PRODUCED IN SPAIN, PRODUIT EN ESPAGNA
PROHIBIDA SU VENTA, NOT FOR SALE, PAS A VENDRE

Your Needs, Our Solutions

RECTIFICADORES GUASCH, S.A.

Ciutat de Granada, 80
08005 BARCELONA
SPAIN

Se reserva el derecho de cambiar los límites, las condiciones de prueba y dimensiones indicadas en esta hoja sin previo aviso.
Reserves the right to change limits, test conditions and dimensions given in this data sheet at any time without previous notice.

Tel.: +34 93 309 88 91
Fax.: +34 93 300 18 41
e-mail: info@e-guasch.com
www.e-guasch.com

XtrapulsEasy 60 Vdc

Servo drive para motores brushless



Función

Servo drive compacto para aplicaciones integradas

Gama de potencia

24 a 60 Vdc: 60 Arms máx. y 120 Arms máx.

Interfaces

RS-232, CANopen® DS301, DS402
Entradas/salidas digitales y analógicas

Sensores

Resolver
Encoder: incremental, Hall
Modo sensorless

Seguridad

Función Safe Torque Off SIL1

Herramientas

Gestor de proyecto
Asistente de puesta en marcha
Configuración y diagnóstico multieje

Servo drive XtrapulsEasy 60 Vdc

El XtrapulsEasy de 60 Vdc es un drive eficaz, particularmente compacto y muy sencillo para aplicaciones que funcionan con una alimentación de 24 a 60 Vdc. Gracias a su efectividad en costes y sus funciones optimizadas, es extremadamente útil y práctico para aplicaciones en las que el precio es un factor determinante.

Especificaciones eléctricas

Tipo de drive	Easy-ak-60 / 60 / 120
Corriente máxima [Arms]	60 y 120
Corriente nominal [Arms]	25 y 35 *
Tensión de entrada	24 Vdc a 60 Vdc
Versión mecánica	Estándar

* Puede necesitar un disipador de calor adicional según las condiciones de utilización.

Bucle de control

- Drive digital para motores brushless
- Bucle de corriente: 62,5 μ s
- Bucle de velocidad y posición: 500 μ s
- Bucle de velocidad, posición y par
- Velocidad máxima: 25'000 rpm

Sensores

- Resolver
- Encoder incremental
- Sensores Hall
- Modo sensorless

Interfaces de comunicación

- RS-232 hasta 115,2 kbit/s
- Bus de campo CANopen®

Interfaces Entradas/Salidas

- 4 entradas digitales configurables
- 2 salidas digitales configurables
- 1 entrada analógica configurable

Resistencia a las vibraciones

- Compatible con aplicaciones integradas hasta 4 g.

Seguridad

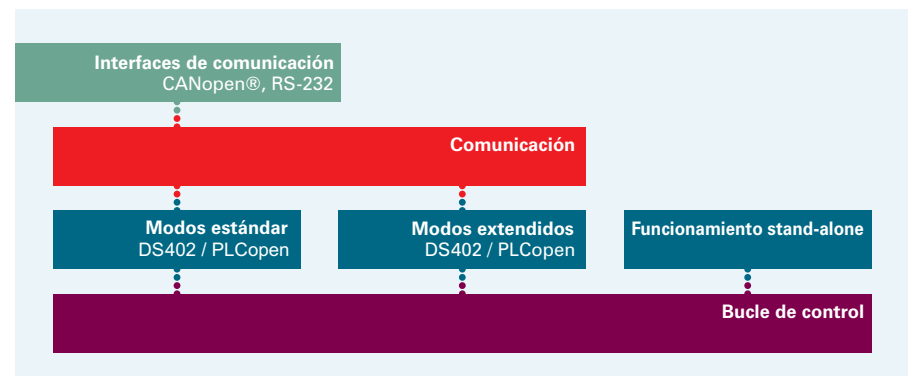
- Función Safe Torque Off SIL1 integrada

Certificaciones

- CE 



Arquitectura funcional



Modos de funcionamiento

Modos estándar DS402

- Interpolador
- Perfil de posición
- Perfil de velocidad
- Perfil de par
- Homing

Modos extendidos DS402

- Secuencias
- Velocidad analógica
- Par analógico

Funcionamiento «stand-alone»

- Secuencias
- Velocidad analógica
- Par analógico

Herramientas multiteje

Herramientas de configuración

- Configuración del motor y del drive
- Configuración de la aplicación
- Configuración de las interfaces
- Auto-tuning
- Auto-phasing

Herramientas de proyecto

- Creación de proyecto
- Gestión de proyecto
- Gestión de ficheros
- Liberías de motores
- Software multilingüe

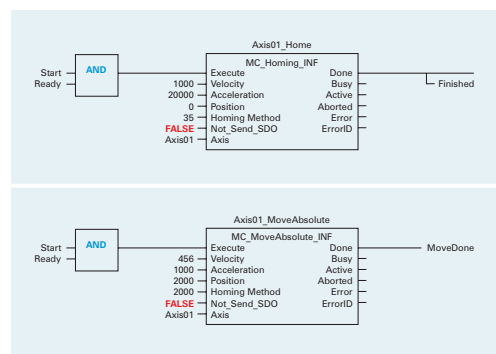
Herramientas de diagnóstico

- Control del drive
- Monitorización del drive
- Ventana de diálogo con objetos
- Osciloscopio multiteje

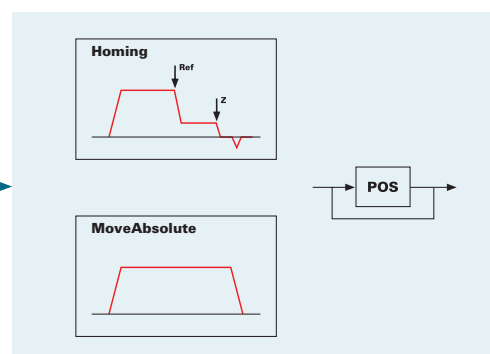
El servo drive XtrapulsEasy 60 Vdc puede ser fácilmente integrado en sistemas de automatización gestionados por PLCs programables, CNC o cualquier controlador de movimiento. El bus CANopen® permite usar el estándar DS402 disponible en las librerías del drive. Puede también ser configurado como un eje analógico de velocidad. Esta flexibilidad hace de este drive un elemento apropiado para su integración en multitud de máquinas y aplicaciones.

Ejemplo DS402 / PLCopen

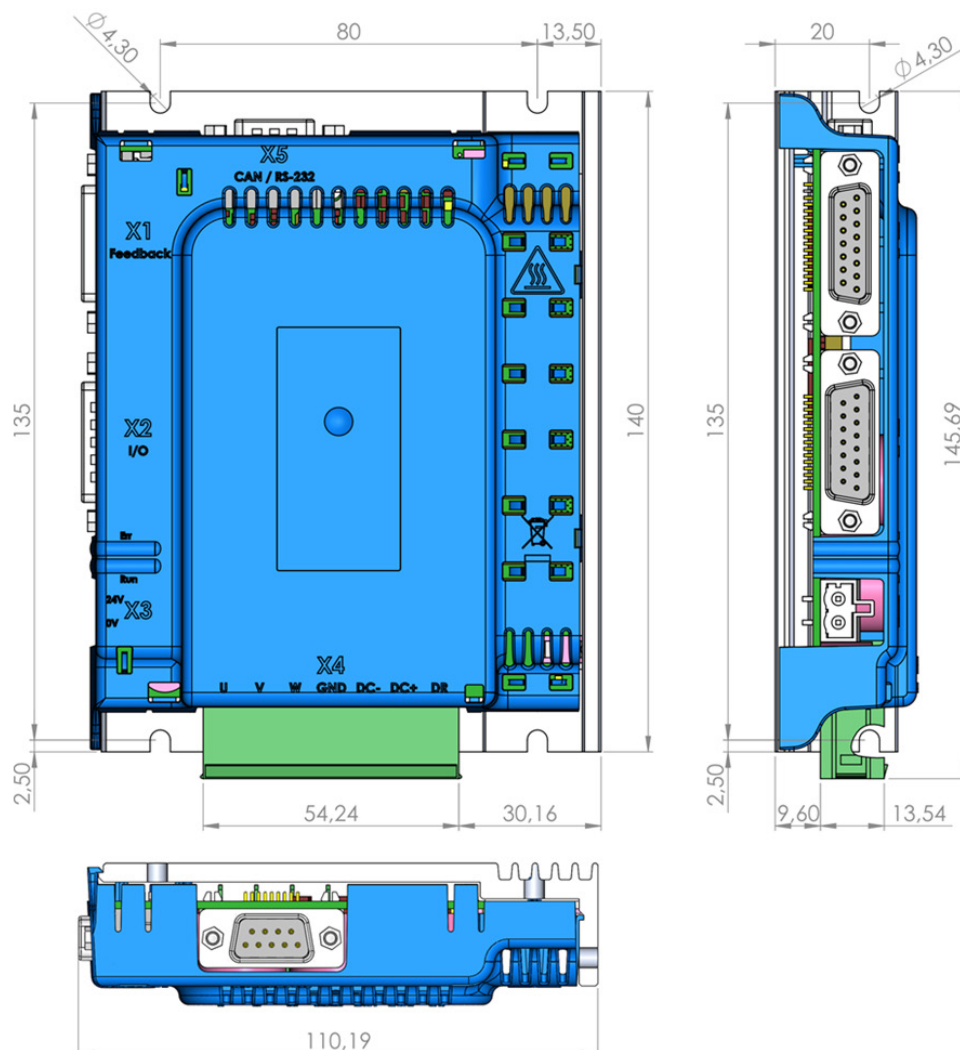
PLC



Drive



Dimensiones [mm]



Gama de productos Infranor

Drives

Drives estándar



Drives específicos



Aplicaciones del drive



Motores

Motores estándar



Motores específicos



Aplicaciones del motor

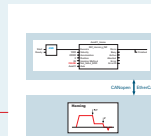


Servicios

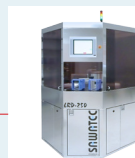
Servicios estándar



Servicios específicos



Soluciones globales

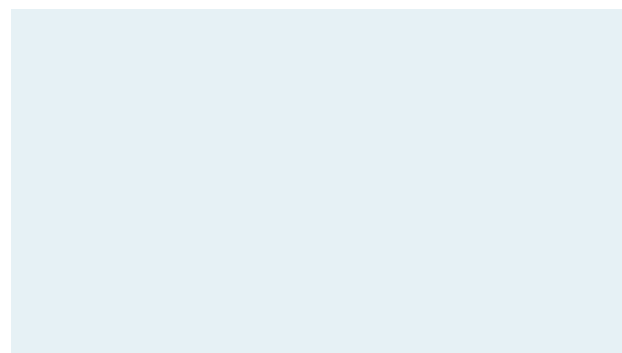


Grupo Infranor

Infranor crea valor añadido para sus clientes proporcionando soluciones de automatización a medida.

Basada en sus sólidas relaciones comerciales, Infranor ofrece un importante know-how del mercado, amplias competencias de ingeniería y un gran rango de productos de alta calidad enfocados a generar un incremento de la productividad y, por lo tanto, en una ventaja competitiva para sus clientes respecto al mercado.

Contacto



Infranor en el mundo

Alemania
Benelux
China
España
Estados Unidos
Francia
Italia
Reino Unido
Suiza

Otras representaciones:
Austria, Dinamarca, Eslovenia,
India, Israel, Polonia, Turquía.

www.infranor.com





XtrapulsEasy 230 VAC / 17 A



*XtrapulsEasy 60 Vcc /
60 A & 120 A*

XtrapulsEasy

Guía de Instalación

2.1.2 - XtrapulsEasy-ak-60/60-ST y XtrapulsEasy-ak-60/120-ST

Diseño	Autónomo
Versión de refrigeración disponible	ST: Convección natural con disipador térmico
Tensión de trabajo de la fuente de alimentación ⁽¹⁾	24 a 60 V _{CC} +/- 10 % Tensión de referencia a tierra
Umbral de baja tensión ⁽¹⁾	25 V _{CC}
Umbral de descarga ⁽¹⁾	75 V _{CC}
Umbral de sobretensión ⁽¹⁾	85 V _{CC}
Tensión de salida fase a fase del motor	95 % de la tensión de potencia
Resistencia de descarga externa ⁽¹⁾	Resistencia externa mínima: 1 Ω
Inductancia mínima fase a fase ⁽¹⁾	0,2 mH
Tensión de alimentación auxiliar con aislamiento galvánico	24 V _{CC} +/-15 % - 150 mA (sin cargas en salida) Tensión de referencia a tierra

⁽¹⁾ Estos valores corresponden a la configuración de fábrica de la unidad. Para una tensión de trabajo menor, ver la sección 5.2 "Baja tensión de trabajo".

RANGOS DE LA SALIDA DE CORRIENTE

TIPO	Corriente de salida máx. durante 3 s (Arms) ⁽¹⁾	Corriente nominal de salida (Arms)	Pérdidas de potencia en corriente nominal (W)	Corriente nominal de entrada (Arms)	Protección máxima	Potencia de cortocircuito
Easy-ak-60/60-ST	60	25 ⁽²⁾	<i>tbd</i>	29	63	5 kA
Easy-ak-60/120-ST	120	35 ⁽²⁾	<i>tbd</i>	41	125	5 kA

⁽¹⁾ La protección interna divide automáticamente el tiempo por 3 en parada.

⁽²⁾ Debido a las dimensiones del drive, el valor nominal está garantizado tan sólo a 20°C de temperatura ambiente. Podría ser necesario disponer de disipaciones externas como placas de aluminio o disipadores térmicos para garantizar la corriente nominal hasta los 40°C. El drive XtrapulsEasy-ak-60/XX-ST está internamente protegido contra sobretemperatura.

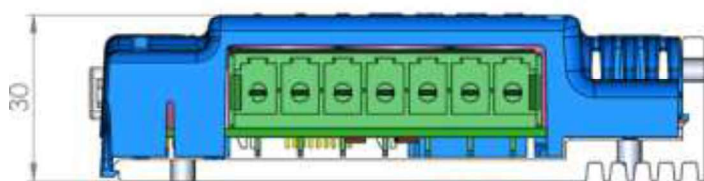
Temperatura máxima del aire ambiente: 40 °C.

2.1.3 - Especificaciones técnicas

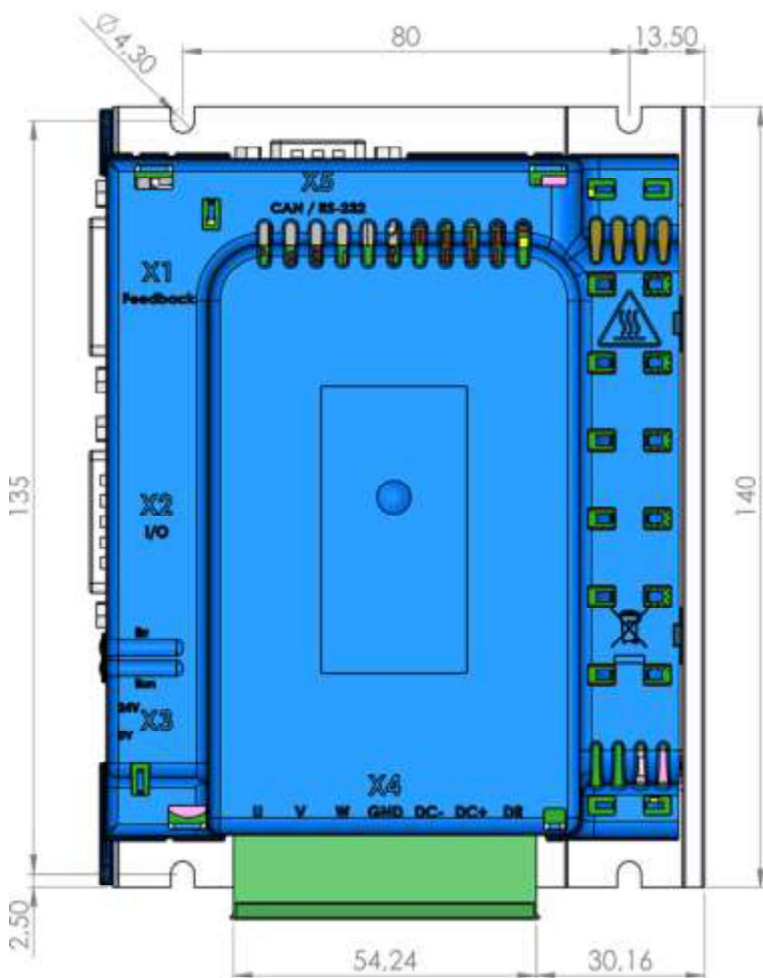
Bucles: corriente, velocidad, posición	Digital
Sensor de posición	Transmitter resolver Encoder TTL incremental Encoder TTL incremental + sensores de efecto Hall Sólo Sensores de efecto Hall
Protecciones de potencia	Ver la sección 3.1.1 - LEDs
Frecuencia de conmutación	8 kHz
Entrada analógica 1	± 10 V (resolución: 12 bits)
Reguladores de velocidad y posición	Período de muestreo = 0.5 ms Sistema anti wind-up del integrador Filtro anti resonancia Ganancias digitales regulables
Ancho de banda del bucle de velocidad	Frecuencia de corte seleccionable para conmutación de fase 45°: 50 Hz (baja), 75 Hz (media) o 100 Hz (alta)
Ancho de banda del bucle de corriente	Frecuencia de corte para conmutación de fase 45°: 500 Hz (baja) o 1000 Hz (alta)
Velocidad máx. del motor	Regulable de 100 a 25'000 rpm
Tiempo de reacción de la unidad (retardo de inicialización antes de activación del PWM)	6.25 ms
Salida de posición de encoder	La salida de encoder sólo está disponible si se utiliza un encoder TTL.
Entrada de resolver	Seleccionable por software: Transmitter resolver: Frecuencia de excitación: 8 kHz Corriente máx. de salida = 30 mA Ratio de transformación: 0.3 a 0.5 (otros valores a definir en fábrica)
Entrada de encoder	Seleccionable por software: Señales de cuadratura A& B + un pulso marcador Z por revol. Receptor de línea RS-422 Frecuencia máx. de los pulsos del encoder: 1 MHz Resolución: 500 a 10 ⁶ ppr
Entrada de sensores Hall	Tensión de lógica positiva aceptada entre 5 V y 24 V Se requiere tensión de alimentación de los HES externa si es diferente de 5 V Detección de error de secuencia de los HES
Entradas lógicas	4 entradas lógicas con referencia a tierra: - 3 entradas lógicas configurables por software Tiempo de respuesta: 500 μ s - 1 entrada dedicada a la función STO/INHIBIT Tiempo de respuesta: 50 ms
Entrada de captura	1 entrada programable (IN1, IN2 o IN3)

Salidas lógicas	2 salidas lógicas configurables por software tipo PNP 24 V _{CC} , máx. 500 mA Tiempo de respuesta: 500 µs
Visualización de errores	LEDs en el panel frontal + diagnóstico vía puerto serie o bus CAN
Parametrización del motor y de las aplicaciones	Puerto serie RS-232 o bus con protocolo de comunicación CANopen®
Interfaz CAN	Protocolo CANopen® (DS301, DSP402)
Funciones automáticas	Ajuste de la unidad al motor (AUTO-PHASING) Ajuste de los bucles de regulación (AUTO-TUNING)
MTBF (Mean Time Between Failures - tiempo medio entre fallos)	> 100'000 horas
Temperatura máxima del aire ambiente	- Funcionamiento: -25 °C a +50 °C: desde 40 °C, la corriente nominal debe reducirse un 3 % por grado Celsius adicional - Almacenamiento : -25 °C a +70 °C
Altitud	1000 m
Humedad	< 50 % a 40°C y < 90 % a 20 °C: estándar EN 60204-1 Condensación prohibida (almacenamiento y funcionamiento)
Refrigeración	Convección de aire natural Verificar que existe convección libre de aire y que no hay obstrucciones en las entradas de aire superior o inferior.
Ambiente	Chasis abierto para montar dentro de un armario que proteja la unidad del polvo y la condensación (ambiente con grado de contaminación 2) y según los requerimientos de la temperatura ambiente.
Posición de montaje	Vertical
Peso	XtrapulsEasy-ak-230/17-ST: aproximadamente 900 g XtrapulsEasy-ak-60/XX-ST: aproximadamente 400 g

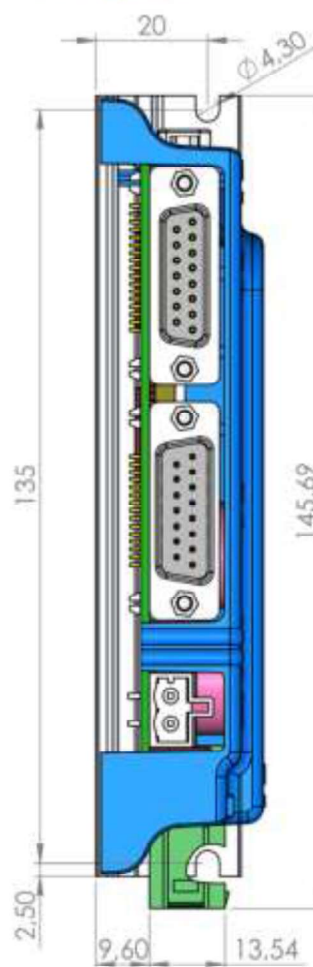
2.2.2 - Dimensiones de los XtrapulsEasy-ak-60/60-ST y XtrapulsEasy-ak-60/120-ST (mm)



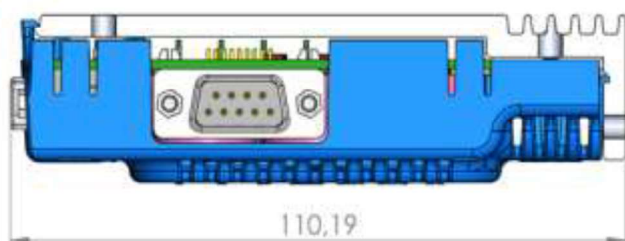
VISTA INFERIOR



VISTA LATERAL

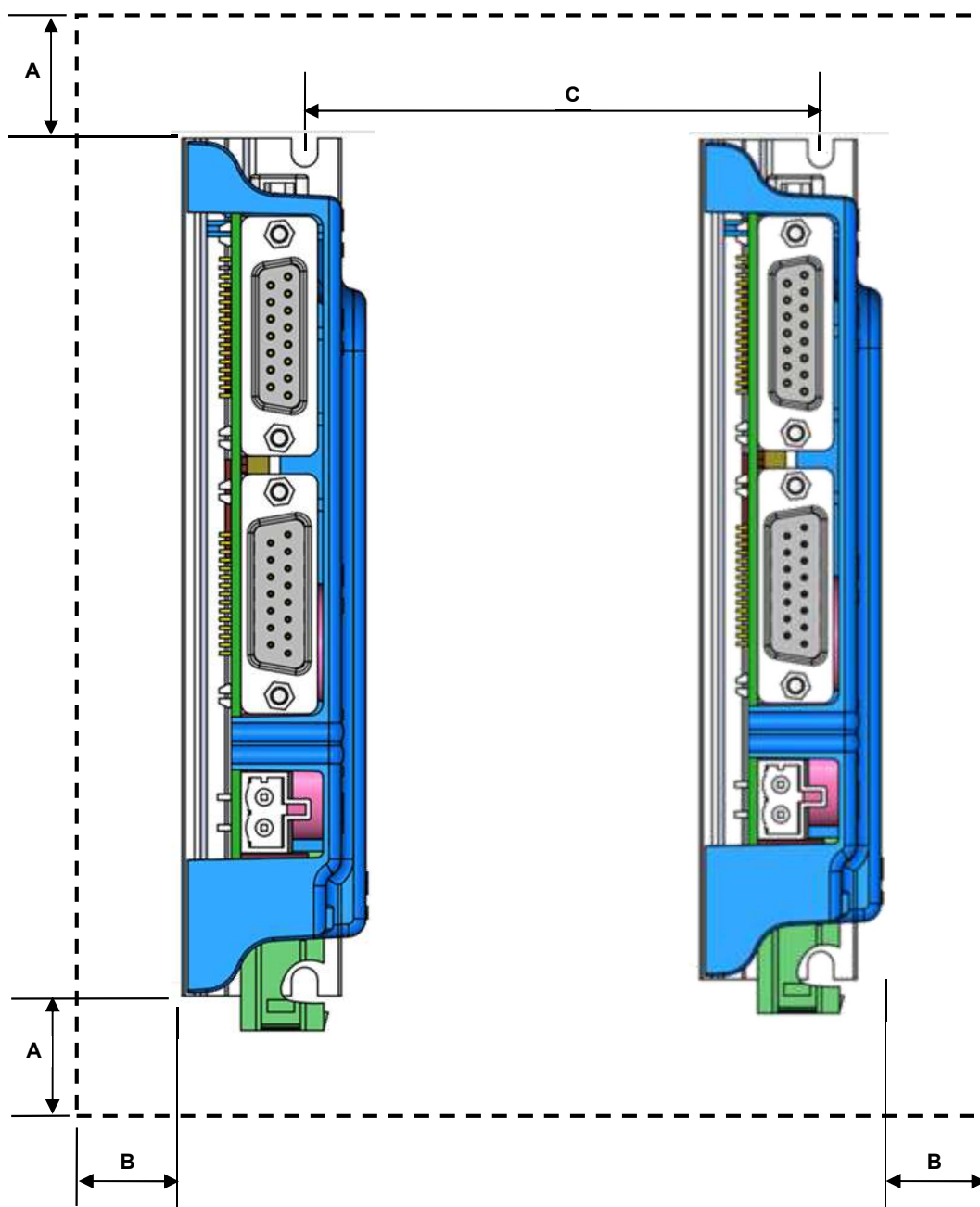


VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

2.2.4 - XtrapulsEasy-ak-60/60-ST y XtrapulsEasy-ak-60/120-ST: Dimensiones de diseño del panel (mm)




Descripción	Símbolo	Easy-ak-60/XX-ST
Espacio mínimo de separación entre la parte superior e inferior	A	30
Espacio mínimo de separación lateral	B	20
Paso recomendado	C	50

Capítulo 3 – Entradas - Salidas

3.1 - FRONTAL

3.1.1 - LED

RUN (verde) 

ERROR (rojo) 

RUN: estado de la conexión del bus de comunicación CANopen®.

ERROR: fallos agrupados en el LED 'ERROR': estos errores están codificados y pueden visualizarse mediante el software de parametrización.

LED **ERROR** apagado si no hay fallos.

LED **ERROR** intermitente: error 'UNDERVOLTAGE': no hay tensión de potencia.

LED **ERROR** continuamente encendido: fallo.

El LED **ERROR** agrupa los siguientes fallos:

- Sobretensión en la potencia.
- 24 V_{CC} alimentación circuito lógico < 17.5 V_{CC}.
- Fase del motor / cortocircuito GND.
- Sistema de descarga en cortocircuito o recalentado, o resistencia de descarga en circuito abierto.
- Fase del motor / cortocircuito de la fase del motor, recalentamiento de fase de potencia, módulo IGBT defectuoso.
- Activación de la protección I²t
- Error de contaje.
- Error de seguimiento de posición
- Error EEPROM.
- Error de procedimiento en ejecución (ocupado).
- Error de offset de corriente.
- Sobrecarga de corriente para la capacidad nominal de la unidad
- Error de temperatura del motor.
- Interrupción del cable del resolver o encoder.
- Error de sensores Hall o encoder absoluto.

Notas

Cualquiera de estos errores (excepto el error "Undervolt.") incluye:

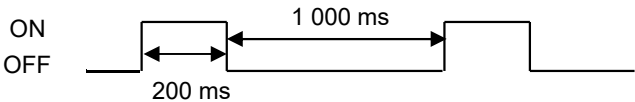
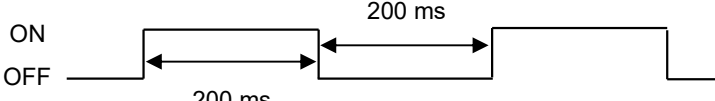
- El encendido continuo del LED de **ERROR** rojo,
- La desactivación de la unidad,
- El control del freno del motor,
- La desactivación de la salida **AOK**. Esta salida se debe cablear como se describe en el diagrama de conexiones de la sección 4.1, para poder desconectar la alimentación de potencia.

El error 'UNDERVOLTAGE' (destello del LED **ERROR**) incluye:

- La desactivación de la unidad,
- El control del freno del motor,

3.1.2 - Bus de comunicación CANopen®

RUN: El LED RUN CANopen® indica el estado de la máquina de estados NMT (ver máquina de estados DS-301 – 9.52 NMT):

LED CAN RUN	ESTADO	
DESTELLA	PARADA	
PARPADEA	PRE-OPERATIVO	
ON	OPERATIVO	

Para obtener más información, ver "Especificación del indicador DR-303-3".

Nota:

Cada unidad de la red debe estar configurada con una sola dirección.

La dirección definida en fábrica es la dirección 1 y la velocidad por omisión de comunicación es 1 Mbits.

3.2 - CONECTOR DE FEEDBACK: X1

El conector de feedback es un conector hembra Sub D de 15 pines

3.2.1 - Conector X1 para entrada de resolver

El cableado del resolver de la unidad XtrapulsEasy es compatible con las series XtrapulsPac, XtrapulsGem y XtrapulsCD1.

La configuración del resolver se puede seleccionar con el software y guardar en la EEPROM de la unidad.

PIN	FUNCIÓN	E/S	DESCRIPCIÓN
12	TC-	E	Entradas del sensor de temperatura motor. El rango de medición válido es entre 100 Ω y 44 k Ω .
13	TC+	E	
2	S3 (coseno +)	E	Señal del resolver
10	S1 (coseno -)	E	Señal del resolver
11	S2 (seno +)	E	Señal del resolver
3	S4 (seno -)	E	Señal del resolver
5	R1 (referencia +)	S	Señal del resolver
4	R2 (referencia -)	S	Señal del resolver
Otros	Reservados		

DPM 970

Digital AC Voltmeter Module

A 3 1/2 digit LCD panel meter, featuring 19mm (0.75") digit height and LED backlighting, the DPM 970 is a true RMS voltage and current meter with 500V a.c. (2kV²) and 2mA full scale readings as standard. By changing the value of scaling resistors or adding a shunt, this module will measure most a.c. voltages and currents. The DPM 970 features digital hold function which freezes the last displayed reading. Calibration is achieved via two multi-turn potentiometers for offset and scale. Connection to the meter is via screw terminals. The module is housed in a robust carrier which can be bolted in place or panel mounted using the bezel, window and clips provided.

- 19mm (0.75") Digit Height
- Screw Terminal Connections
- Digital Hold
- 500V a.c. (2kV²) Full Scale Reading
- Measures Voltage and Current
- LED Backlighting



SCALING

To change the full scale reading (F.S.R) of the meter, use the resistor values and PL10 configuration as detailed in the table below. To ensure that the meter reads "000" with zero input voltage/current, short circuit ACV and COM and adjust the ZERO potentiometer. The meter will need recalibration by adjusting the CAL potentiometer.

Option 1 = Make PL10 pins 2 & 3

Option 2 = Make PL10 pins 1 & 2

Required F.S.R		RA1	RA2	RB1	PL10
200mV	①	0R	0R	Not Fitted	Option 1
2V	①	390k	220k	330k	Option 2
20V	①	680k	390k	39k	Option 2
200V	①	560k	560k	3k9	Option 2
2kV (factory default)	① ②	560k	560k	390R	Option 2
2mA	③	-	-	100R	Option 1
20mA	③	-	-	10R	Option 1
200mA	③	-	-	1R	Option 1
2A	③ ④	-	-	0R1	Option 1
20A	③ ④	-	-	0R01	Option 1

NOTES

- ① Use inputs ACV and COM for measuring voltage.
- ② For measuring voltages above 500V_{RMS} external scaling resistor must be used.
- ③ Use inputs ACI and COM for measuring current.
- ④ When measuring in excess of 200mA use an external scaling resistor fitted between the terminals of ACI and COM. We recommend the use of a current transformer when measuring in excess of 10 Amps.

Consult the current transformer manufacturer's data for connections and recommendations. Other scaling factors can be achieved via the correct selection of scaling resistor values.

Standard Meter				Stock Number DPM 970
Specification	Min.	Typ.	Max.	Unit
Accuracy (overall error) *		0.5	1.5	% (±2 count)
Full scale reading **	0		1999	V _{RMS}
Resolution		1		V _{RMS}
Sample rate		3		samples/sec
Operating temperature range	0		50	°C
Temperature stability		200		ppm/°C
Frequency range (input voltage)	15		15k	Hz
Input impedance (2kV range)		1		MΩ
DC Supply voltage	7.5	9	14	V d.c.
Supply current (Backlighting off)		1.5		mA d.c.
Supply current (Backlighting on) @ 5Vd.c.		50		mA d.c.

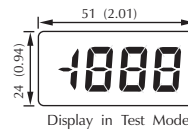
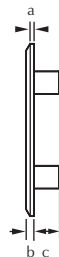
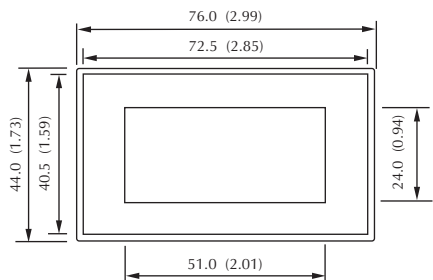
* To ensure maximum accuracy, re-calibrate periodically.

** Maximum safe input voltage across the ACV and COM terminals is 500V_{RMS}.

If voltages to be measured exceed 500V_{RMS}, then fit scaling resistors externally to the module.

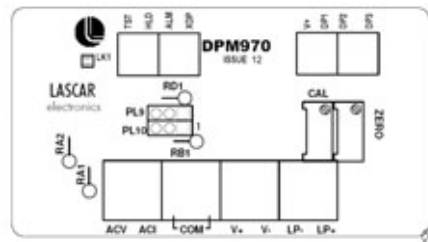
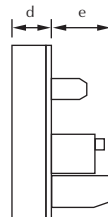
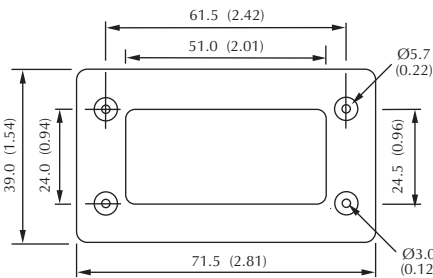
DIMENSIONS All dimensions in mm (inches)

Panel cut-out 72 x 40 (2.83 x 1.57)
Maximum panel thickness 3mm (0.12).



- a. 1.0 (0.04)
- b. 2.0 (0.08)
- c. 6.5 (0.26)
- d. 11.5 (0.45)
- e. 12.5 (0.49)*

*typical depth of tallest component behind PCB, this dimension is for guidance only.



SCREW TERMINAL FUNCTIONS

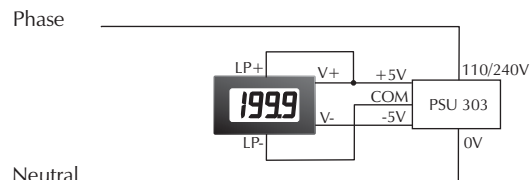
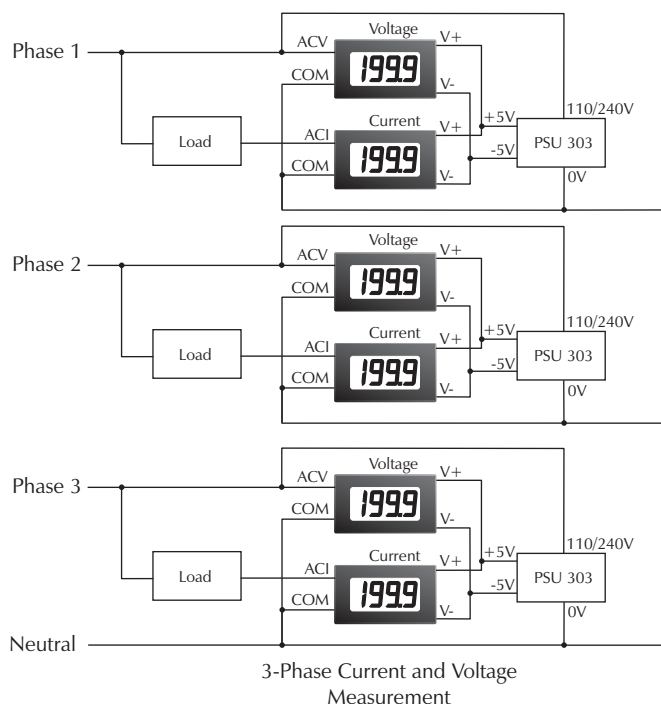
ACV	Alternating voltage measurement input, accepts up to 500V a.c. By changing the values of scaling resistors RA1, RA2 and RB1, other voltage and current ranges can be achieved. To measure in excess of 500V a.c., remove RA1, RA2 and RB1 from the meter and fit an external divider that will output 700mV for a 2kV input, e.g. series resistor 1.12 MΩ shunt resistor 390R, link RA1 and RA2 on the meter. See scaling table for suitable values for RA1, RA2 and RB1.
ACI	Alternating current measurement input. See Scaling table for suitable values for shunt resistor RB1.
COM	Return line for voltage measurement input (ACV) or current measurement (ACI) input.
COM	Return line for voltage measurement input (ACV) or current measurement (ACI) input.
V+	Positive power supply input.
V-	Negative power supply input.
LP-	Negative supply for LED backlighting.
LP+	Positive supply for LED backlighting.
TST	Connect to V+ to display all segments except decimal points and annunciators. It should not be operated for more than a few seconds as the DC voltage applied to the LCD may "burn" the display. This connection is normally at 5V below V+ and is the ground for the digital section of the meter.
HLD	Digital Hold option. Connect to V+ to hold last displayed reading indefinitely.
ALM	Alarm "!" annunciator. Connect to XDP to display.
XDP	Annunciator drive waveform. Used to drive alarm annunciator (ALM) if required.
V+	Auxiliary V+ for connections to decimal points DP1, DP2 or DP3.
DP1	199.9 Connect to V+ to display required decimal point.
DP2	19.99 Connect to V+ to display required decimal point.
DP3	1.999 Connect to V+ to display required decimal point.

⚠ SAFETY WARNING ⚠

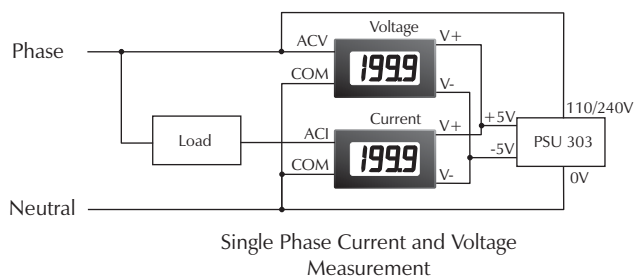
To comply with the Low Voltage Directive (LVD 93/68/EEC), input voltages to the module's connectors must not exceed 500VRMS. If voltages to be measured exceed 500VRMS, then fit scaling resistors externally to the module. If the mains power supply is connected to the module, then all the module's connectors must be considered to be floating at mains potential. Consequently due caution must be exercised when connecting to the module's connector functions under these conditions. The user must ensure that the incorporation of the DPM into the user's equipment conforms to the relevant sections of BS EN 61010 (Safety Requirements for Electrical Equipment for Measuring, Control and Laboratory Use).

APPLICATIONS

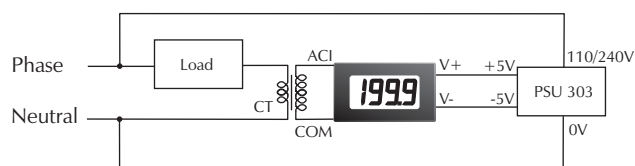
WARNING : Do not apply in excess of 500V a.c. to the meter.



Powering the LED backlighting on a DPM 970 from the PSU 303's +5V and COM outputs.



Single Phase Current and Voltage Measurement



Using a current transformer (CT) to measure currents in excess of 10A a.c.



- Features :
- *Universal AC input/Full range
- *Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- *Cooling by free air convection
- *Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- *Isolation classII
- *LED indicator for power on
- *No load power consumption<0.5W
- *100% full load burn-in test
- *3 years warranty

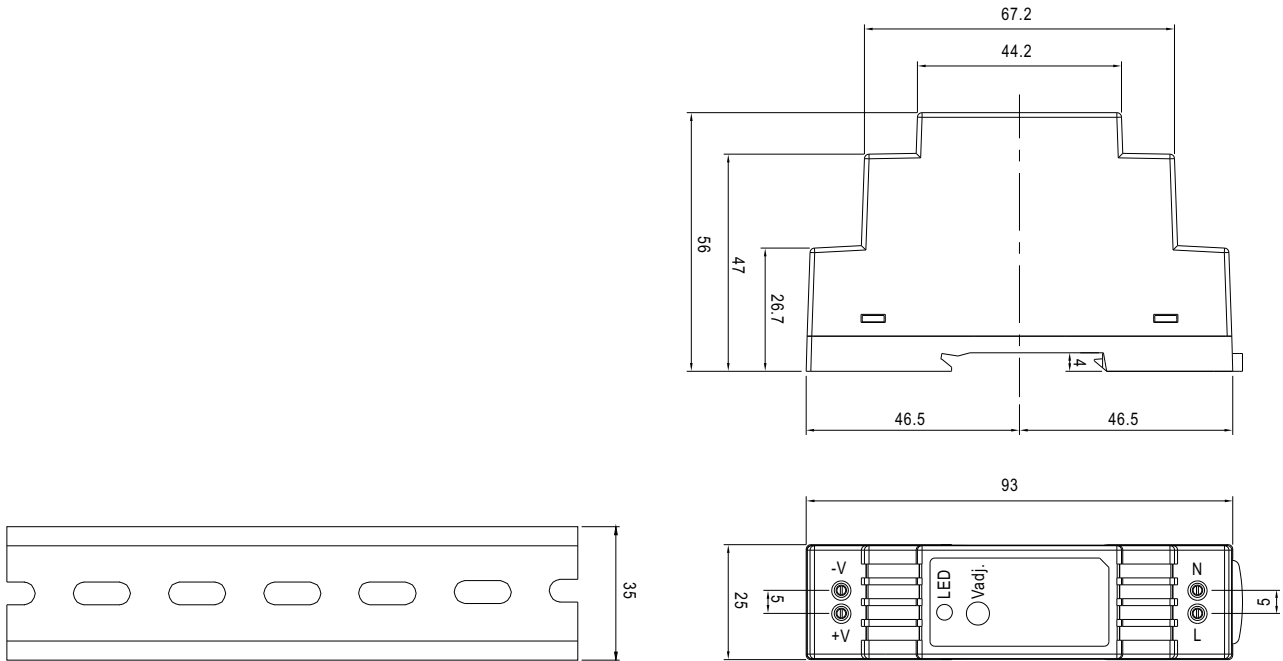


SPECIFICATION

MODEL		DR-15-5	DR-15-12	DR-15-15	DR-15-24
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	15V	24V
	RATED CURRENT	2.4A	1.25A	1A	0.63A
	CURRENT RANGE	0 ~ 2.4A	0 ~ 1.25A	0 ~ 1A	0 ~ 0.63A
	RATED POWER	12W	15W	15W	15.2W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75 ~ 5.5V	10.8 ~ 13.2V	13.5 ~ 16.5V	21.6 ~ 26.4V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME	1000ms, 50ms/230VAC 1000ms, 50ms/115VAC at full load			
	HOLD UP TIME (Typ.)	70ms/230VAC 16ms/115VAC at full load			
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC 120 ~ 370VDC			
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	77%	84%	83.5%	85%
	AC CURRENT (Typ.)	0.88A/115VAC 0.48A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 35A/115VAC 65A/230VAC			
PROTECTION	OVERLOAD Note.5	105 ~ 160% rated output power Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V	27.6 ~ 32.4V
		Protection type : Shut off o/p voltage, clamping by zener diode			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +60°C (Refer to "Derating Curve")			
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)			
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6			
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved, design refer to EN50178			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P:100M Ohms / 500VDC / 25°C/ 70% RH			
	EMC EMISSION	Compliance to EN55011, EN55032 (CISPR32), EN61204-3 Class B, EN61000-3-2,-3			
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN55024, EN61000-6-2, EN61204-3, heavy industry level, criteria A			
OTHERS	MTBF	1172.3K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)			
	DIMENSION	25*93*56mm (W*H*D)			
	PACKING	0.1Kg; 140pcs/15Kg/0.92CUFT			
NOTE		<ol style="list-style-type: none"> All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. Constant current operation region is within 60% ~100% rated output voltage. Protection type for short circuit is hiccup mode and will recover automatically after fault condition is removed. 			

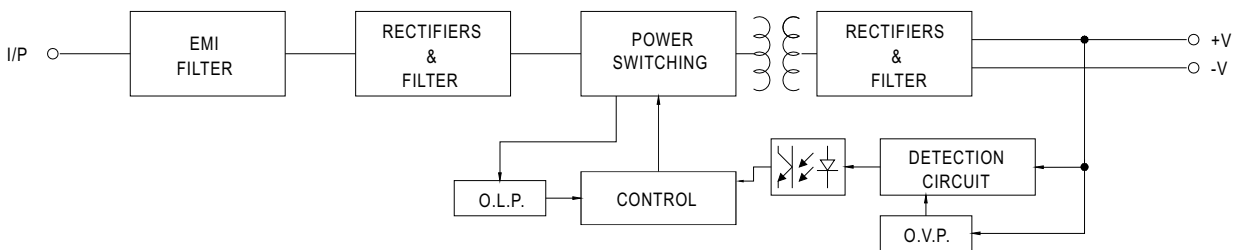
Mechanical Specification

Case No.985A Unit:mm

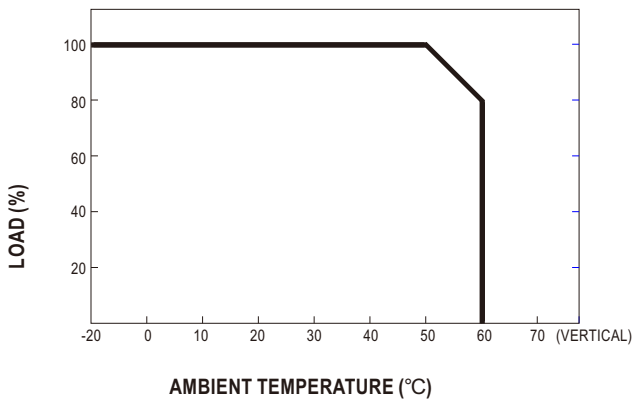


ADMISSIBLE DIN-RAIL:TS35/7.5 OR TS35/15

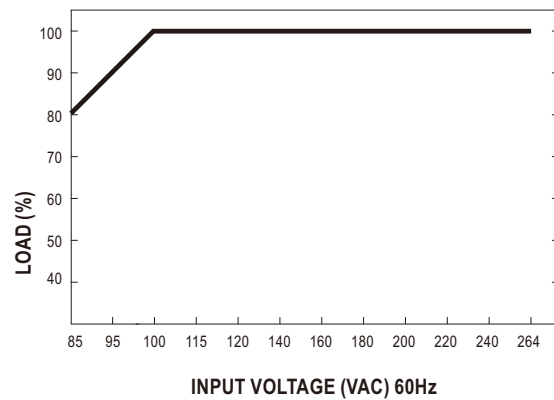
Block Diagram



Derating Curve



Output Derating VS Input Voltage



Installation Manual

● Type : DR Family with Class II (Series : DR-15, DR-30, DR-60, DR-100)

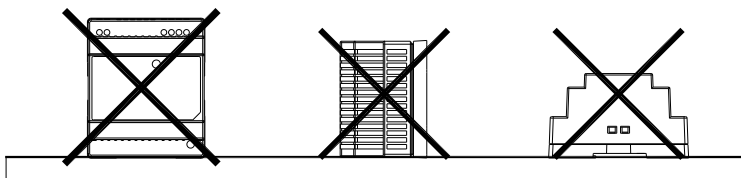
DR-15-5	INPUT: 100 -240VAC 0.88A 50/60Hz	OUTPUT: 5V 2.4A
DR-15-12	INPUT: 100 -240VAC 0.88A 50/60Hz	OUTPUT: 12V 1.25A
DR-15-15	INPUT: 100 -240VAC 0.88A 50/60Hz	OUTPUT: 15V 1A
DR-15-24	INPUT: 100 -240VAC 0.88A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 0.63A
DR-30-5	INPUT: 100 -240VAC 1.1A 50/60Hz	OUTPUT: 5V 3A
DR-30-12	INPUT: 100 -240VAC 1.1A 50/60Hz	OUTPUT: 12V 2A
DR-30-15	INPUT: 100 -240VAC 1.1A 50/60Hz	OUTPUT: 15V 2A
DR-30-24	INPUT: 100 -240VAC 1.1A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 1.5A
DR-60-5	INPUT: 100 -240VAC 1.8A 50/60Hz	OUTPUT: 5V 6.5A
DR-60-12	INPUT: 100 -240VAC 1.8A 50/60Hz	OUTPUT: 12V 4.5A
DR-60-15	INPUT: 100 -240VAC 1.8A 50/60Hz	OUTPUT: 15V 4A
DR-60-24	INPUT: 100 -240VAC 1.8A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 2.5A
DR-100-12	INPUT: 100 -240VAC 3A 50/60Hz	OUTPUT: 12V 7.5A
DR-100-15	INPUT: 100 -240VAC 3A 50/60Hz	OUTPUT: 15V 6.5A
DR-100-24	INPUT: 100 -240VAC 3A 50/60Hz	OUTPUT: 24V 4.2A

● Introduction

DR with class II is a double insulated DIN rail power supply series, meaning it is ungrounded. Like other Mean Well's DIN series, they can be mounted on a TS35 Standard DIN rail.

● Installation

- (1) Always allow good ventilation clearances, 5mm left and right, 40mm above and 20mm below, around the unit in use to prevent it from overheating. Also a 10-15 cm clearance must be kept when the adjacent device is a heat source.
- (2) The appropriate mounting orientation for the unit is vertical, the input terminals at the bottom and output on the top for DR-15, the input terminals on the right and output on the left for DR-30, DR-60, and DR-100. Mounting orientations other than that, such as upside down, horizontal, or table-top mounting, is not allowed.



- (3) Use stranded copper wire only, and recommended wires are shown as below.

AWG	18	16	14	12
Rated Current of Equipment (Amp)	6A	6-10A	13-16A	16-25A
Cross-section of Lead(mm ²)	0.75	1.00	1.5	2.5
Note : Current each wire carries should be de-rated to 80% of the current suggested above when using 5 or more wires connected to the unit.				

Make sure that all strands of each stranded wire enter the terminal connection and the screw terminals are securely fixed to prevent poor contact. If the power supply possesses multi-output terminals, please make sure each contact is connected to wires to prevent too much current stress on a single contact.

Installation Manual

- (4) Use wire that can withstand temperatures of at least 80°C such as UL1007.
- (5) Recommended wire strapping length is 7mm/0.275inch.
- (6) Recommended torque setting for terminals is 5 kgf-cm (4.4 Lb-in).
- (7) Recommended screwdriver is 3mm, slotted type.
- (8) Suggested fuse and maximum number of the DR class II PSUs that can be connected to a circuit breaker at 230V are shown as below.

Model	Fuse	Circuit breaker	
		C16	D16
DR-15	T2A/L250V	19	22
DR-30	F2A/L250V	7	15
DR-60	F3.15A/L250V	3	7
DR-100	F3.15A/L250V	3	6

(9) Mounting Instruction :

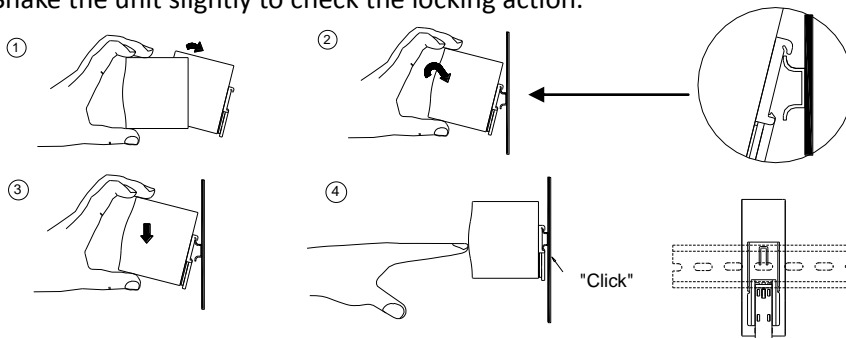
Mount as shown in figure only, with input terminals down, or else sufficient cooling will not be possible.

Admissible DIN rail : TS35/7.5 or TS35/15

For rail fastening :



- (a) Tilt the unit slightly rearwards.
- (b) Fit the unit over top hat rail.
- (c) Slide it downward until it hits the stop.
- (d) Press against the bottom for locking.
- (e) Shake the unit slightly to check the locking action.



- (10) For other information about the products, please refer to www.meanwell.com for details.

● **Warning / Caution !!**

- (1) Risk of electrical shock and energy hazard. All failure should be examined by a qualified technician. Please do not remove the case of the power supply by yourself!
- (2) Risk of electric arcs and electric shock (danger to life). Connecting both the primary and the secondary sides together is not allowed.
- (3) Risk of burn hazard. Do not touch the unit in operation and shortly after disconnection!
- (4) Risk of fire and short circuit. The openings should be protected from foreign objects or dripping liquids.
- (5) Only install the unit in a pollution degree 2 environment (Note.1).
- (6) Please do not install the unit in places with high moisture or near the water.
- (7) The maximum operating temperatures is 50°C for DR-15 and DR-30 series and 40°C for DR-60 and DR-100 series, please do not install the unit in places with high ambient temperature or near fire source.
- (8) Output current and output wattage must not exceed the rated values on its specification.



Installation Manual

(9) Disconnect system from supply voltage:

Before commencing any installation, maintenance or modification work: Disconnect your system from supply voltage. Make sure that inadvertent connection in circuit will be impossible!

(10) For continued protection against risk of fire, replace only with same type and rating of fuse.

Pour ne pas compromettre la protection contre les risques d'incendie, remplacer par un fusible de même type et de mêmes caractéristiques nominales.

Note.1: Pollution Degree 2 applies where there is only non-conductive pollution that might temporarily become conductive due to occasional condensation. Generally refer to dry, well-ventilated locations, such as control cabinets.

Manufacturer :

MEAN WELL ENTERPRISES Co., LTD.
No.28, Wuquan 3rd Rd., Wugu Dist.,
New Taipei City 24891, Taiwan
Tel: +886-2-2299-6100
Web: www.meanwell.com

Branch Office :

China

MEAN WELL (GUANGZHOU)
ENTERPRISES Co., LTD.
2F, A Building, Yuean Industry Park,
Huangcun, Dongpu Yown, Tianhe
District, Gungzhou, China
Post Code: 510660
Tel: +86-20-2887-1200
Web: www.meanwell.com.cn

U.S.A.

MEAN WELL USA, INC.
44030 Fremont Blvd., Fremont,
CA 94538, U.S.A.
Tel: +1-510-683-8886
Web: www.meanwellusa.com


Europe

MEAN WELL EUROPE B.V.
Langs de Werf 8, 1185XT
Amstelveen, The Netherlands
Tel: +31-20-758-6000
Web: www.meanwell.eu

Declaration of China RoHS Conformity

In order to reduce the impacts on the environment and take the more responsibility for protecting the earth, MEAN WELL is confirming and announcing the conformity to China RoHS, an Administrative Measures for the Restriction of the Use of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Products.

Environment Friendly Use Period Label

	<p>Observing SJT 11364-2014, Marking for the Restricted Use of Hazardous Substances in Electronic and Electrical Products</p> <p>Observing SJ/Z 11388-2009, General Guidelines of Environment-friendly Use Period of Electronic Information Products Appendix B, adopting table look-up to verify the Environment Friendly Use Period</p>
---	---

Names and Contents of Hazardous Substances Lists

Part Name	Hazardous Substances					
	Lead (Pb)	Mercury (Hg)	Cadmium (Cd)	Hexavalent chromium (Cr ⁶⁺)	Polybrominated biphenyls (PBB)	Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
PCB and its components	X	O	X	O	O	O
Metal structure parts	X	O	O	O	O	O
Plastic structure parts	O	O	O	O	O	O
Accessories	O	O	O	O	O	O
Cables	X	O	O	O	O	O
<p>O: The concentration of the hazardous substances within the homogeneous material of that product is less than the concentration limits set by GB/T 26572-2011.</p> <p>X: The concentration of the hazardous substances within the homogeneous material of that product is over the concentration limits set by GB/T 26572-2011; however, it follows the standard advised by 2011/65/EU.</p>						

218 Series, 5×20 mm, Time-Lag (Slo-Blo®) Fuse



Agency Approvals

Agency	Agency File Number	Ampere Range
	Cartridge Certificates: NBK090205-E10480A NBK120802-E10480C	1A – 5A 6.3A – 15A
	Leaded Certificates: NBK090205-E10480B NBK120802-E10480D	1A – 5A 6.3A – 15A
	Certificates: 2005010207145715	32mA – 6.3A
	Certificates: SU05001-3005 SU05001-2008 SU05001-2009	32mA – 40mA 50mA – 800mA 1A – 10A
	Recognised File: E10480 Guide: JDYX2	32mA – 16A
	File: 029862 Acc. Class: LR1422-30	32mA – 15A
	File: 1402476	32mA – 6.3A
	License: 40013496	32mA – 10A
	License: 40016604	15A*
	License: KM41462	80mA – 6.3A
		32mA – 16A

* Approval for Cartridge versions only

Description

5×20mm Time-Lag glass body cartridge fuse designed to IEC specification.

Features

- Designed to International (IEC) Standards for use globally
- Meets the IEC 60127-2, Sheet 3 specification for Time-Lag fuses
- Available in cartridge and axial lead form
- RoHS compliant and lead-free

Applications

Used as supplementary protection in appliance or utilization equipment to provide individual protection for components or internal circuits.

Additional Information



Datasheet



Resources









Samples

Electrical Characteristics

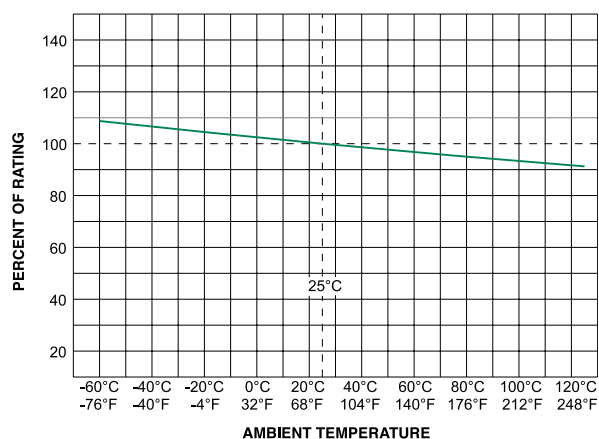
% of Ampere Rating	Ampere Rating	Opening Time
150%	32mA–100mA	60 minutes, Minimum
	125mA-6.3A	60 minutes, Minimum
	8A-15A	30 minutes, Minimum
210%	32mA-100mA	120 sec., Maximum
	125mA-6.3A	120 sec., Maximum
	8A-15A	120 sec., Maximum
275%	32mA-100mA	200 ms., Min.; 10 sec. Max.
	125mA-6.3A	600 ms., Min.; 10 sec. Max.
	8A-15A	600 ms., Min.; 10 sec. Max.
400%	32mA-100mA	40 ms., Min.; 3 sec. Max.
	125mA-6.3A	150 ms., Min.; 3 sec. Max.
	8A-15A	150 ms., Min.; 3 sec. Max.
1000%	32mA-100mA	10 ms., Min.; 300 ms. Max.
	125mA-6.3A	20 ms., Min.; 300 ms. Max.
	8A-15A	20 ms., Min.; 300 ms. Max.

Electrical Characteristics

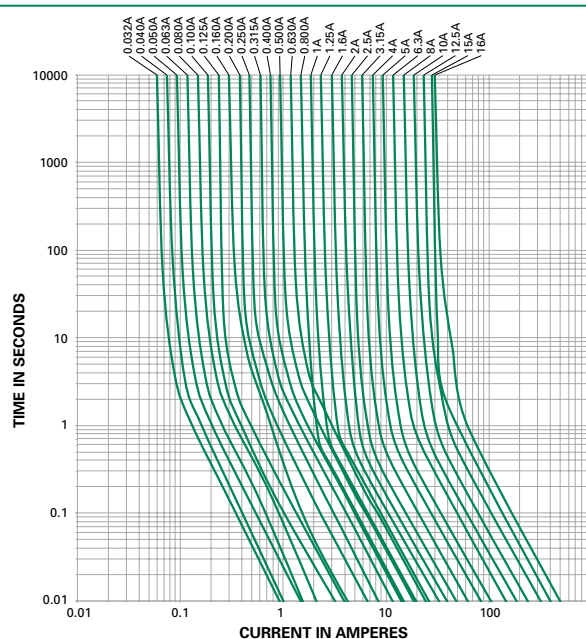
Amp Code	Amp Rating (A)	Voltage Rating (V)	Interrupting Rating	Nominal Cold Resistance (Ohms)	Nominal Melting I²t (A²·sec)	Maximum Voltage Drop at Rated Current (mV)	Maximum Power Dissipation At 1.5In(W)	Agency Approvals								
																
.032	0.032	250	35 A @ 250 VAC	48.2580	0.01100	5000	1.6		x	x		x	x	x	x	x
.040	0.04	250		31.8620	0.01100	4000	1.6		x	x		x	x	x	x	x
.050	0.05	250		21.2920	0.01700	3500	1.6		x	x		x	x	x	x	x
.063	0.063	250		14.2680	0.02800	3000	1.6		x	x		x	x	x	x	x
.080	0.08	250		9.0700	0.07500	2500	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.100	0.1	250		6.0180	0.07900	2000	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.125	0.125	250		4.2000	0.1465	1900	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.160	0.16	250		3.7000	0.14400	1500	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.200	0.2	250		1.6000	0.3410	1300	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.250	0.25	250		1.0495	0.5405	1100	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.315	0.315	250		0.8475	1.1100	1000	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.400	0.4	250		0.5350	1.3250	900	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.500	0.5	250		0.3700	2.8250	300	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.630	0.63	250		0.2750	4.6750	250	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
.800	0.8	250		0.0813	3.370	150	1.6	x	x	x		x	x	x	x	x
001.	1	250		0.0613	6.730	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1.25	1.25	250		0.0446	12.650	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01.6	1.6	250		0.0336	23.350	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
002.	2	250		0.0293	14.450	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
02.5	2.5	250		0.0219	23.250	120	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.15	3.15	250		0.0173	38.150	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
004.	4	250	40 A @ 250 VAC	0.0129	69.10	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	
005.	5	250	50 A @ 250 VAC	0.0104	111.00	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	
06.3	6.3	250	63 A @ 250 VAC	0.0076	198.50	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x	
008.	8	250	80 A @ 250 VAC	0.0059	341.50	100	4		x		x	x	x		x	
010.	10	250	100 A @ 250 VAC	0.0045	568.00	100	4		x		x	x	x		x	
12.5	12.5	250	63 A @ 250 VAC	0.0034	889.00	100	4				x	x			x	
015.	15	250	100 A @ 250 VAC	0.0028	1405.00	100	4				x	x	x		x*	
016.	16	250	63 A @ 250 VAC	0.0021	1955.00	100	4					x			x	

* Approval for cartridge versions only

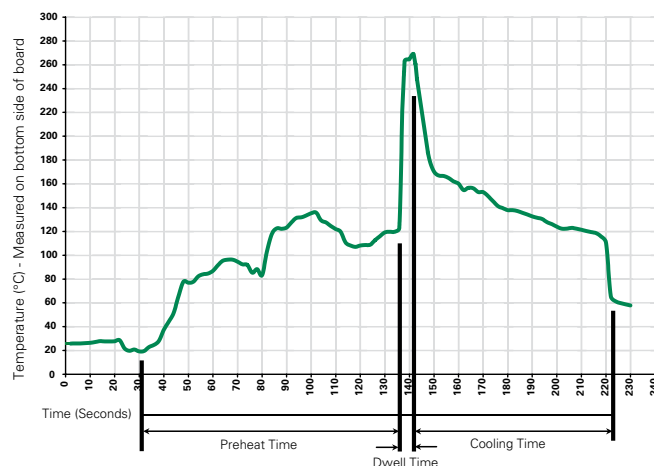
Temperature Derating Curve



Average Time Current Curves



Soldering Parameters - Wave Soldering



Recommended Process Parameters:

Wave Parameter	Lead-Free Recommendation
Preheat: (Depends on Flux Activation Temperature)	
Temperature Minimum:	100° C
Temperature Maximum:	150° C
Preheat Time:	60-180 seconds
Solder Pot Temperature:	
	260° C Maximum
Solder Dwell Time:	
	2-5 seconds

Recommended Hand-Solder Parameters:

Solder Iron Temperature: 350° C +/- 5° C
Heating Time: 5 seconds max.

Note: These devices are not recommended for IR or Convection Reflow process.

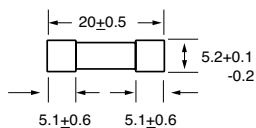
Product Characteristics

Material	Body: Glass Cap: Nickel-plated Brass Leads: Tin-plated Copper
Terminal Strength	MIL-STD-202G, Method 211A, Test Condition A
Solderability	Reference IEC 60127 Second Edition 2003-01 Annex A
Product Marking	Cap1: Brand logo, current and voltage ratings Cap2: Agency approval marks
Packaging	Available in Bulk (M=1000 pcs/pkg) or on Tape/Reel (MRET1=1000 pcs/reel)

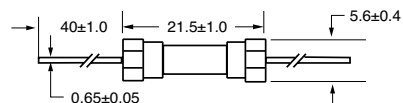
Operating Temperature	-55°C to +125°C
Thermal Shock	MIL-STD-202G, Method 107G, Test Condition B (5 cycles, -65°C to +125°C)
Vibration	MIL-STD-202G, Method 201A
Humidity	MIL-STD-202G, Method 103B, Test Condition A (High RH (95%) and elevated temperature (40°C) for 240 hours)
Salt Spray	MIL-STD-202G, Method 101D, Test Condition B

Dimensions

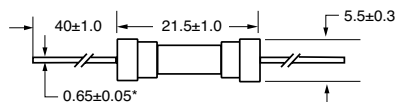
0218 000P



**0218.032 XEP
to
0218.100XEP**



**0218.125 XEP
to
0218016. XEP**

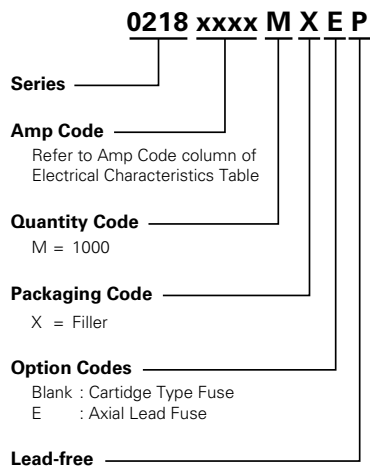


All dimensions in mm

Notes:

* Ratings above 6.3A have 0.8±0.05 diameter lead.

Part Numbering System



Packaging

Packaging Option	Packaging Specification	Quantity	Quantity & Packaging Code	Taping Width
218 Series				
Bulk	N/A	1000	MX	N/A
Bulk	N/A	1000	MXE	N/A
Reel and Tape	EIA 296-E	1000	MRET1	T1=53mm (2.087")
Bulk	N/A	1000	MXG	N/A
Bulk	N/A	1000	MXB	N/A
Bulk	N/A	100	HX	N/A

219XA Series, 5×20mm, Time-Lag (Slo-Blo®) Fuse



Description

5×20mm time-Lag glass body cartridge fuse designed to IEC specification

Features

- Designed to International (IEC) Standards for use globally
- Meets the IEC 60127-2, Sheet 6 specification for time-Lag fuses
- Available in cartridge and axial lead form
- RoHS compliant and lead-free

Applications

Used as supplementary protection in appliance or utilization equipment to provide individual protection for components or internal circuits.

Electrical Characteristics for Series

% of Ampere Rating	Ampere Rating	Opening Time
150%	40mA – 100mA	1 hours, Minimum
	125mA – 6.3A	1 hours, Minimum
210%	40mA – 100mA	2 minutes, Maximum
	125mA – 6.3A	2 minutes, Maximum
275%	40mA – 100mA	0.2 sec., Min; 10 sec. Max
	125mA – 6.3A	0.6 sec., Min; 10 sec. Max
400%	40mA – 100mA	0.04 sec., Min; 3 sec. Max
	125mA – 6.3A	.15 sec., Min; 3 sec. Max
1000%	40mA – 100mA	.01 sec., Min; 0.3 sec. Max
	125mA – 6.3A	.02 sec., Min; 0.3 sec. Max

Additional Information



Datasheet











Resources



Samples









Agency Approvals

Agency	Agency File Number	Ampere Range
	Cartridge Certifications: NBK220604-E10480A NBK230604-E10480A	1A – 5A 6.3A
	Leaded Certifications: NBK220604-E10480B NBK230604-E10480B	1A – 5A 6.3A
	Certifications: 2004010207110266 2003010207079982	125mA – 800mA 1A – 6.3A
	Recognised File: E10480 Guide: JDYX2	40mA – 6.3A
	File and Acc. Class: 029862_0_000	125mA – 6.3A
	File: 604904/604924 1310355 1310144	40mA – 100mA 125mA – 800mA 1A – 6.3A
	License: 40016080	125mA – 6.3A
	License: KM41462	125mA – 6.3A
		40mA – 6.3A

Axial Lead & Cartridge Fuses

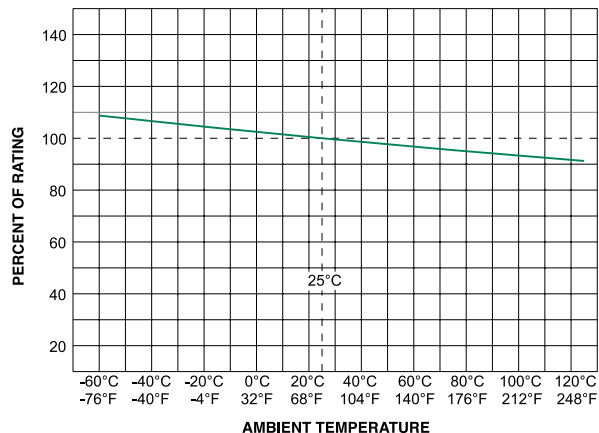
5x20 mm > Time-Lag > 219XA Series

Electrical Characteristic Specifications by Item

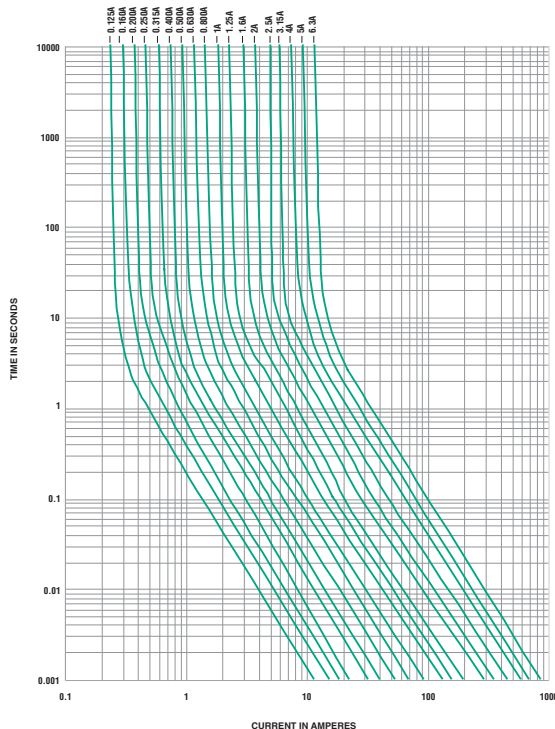
Amp Code	Amp Rating (A)	Voltage Rating (V)	Interrupting Rating	Nominal Cold Resistance (Ohms)	Nominal Melting I ² t (A ² sec)	Maximum Voltage Drop at Rated Current (mV)	Maximum Power Dissipation at 1.5I _n (W)	Agency Approvals							
															
.040	0.040	250	150A @ 250VAC	31.8620	0.01100	4000	1.6			x		x		x	
.050	0.050	250		21.2920	0.01700	3500	1.6			x		x		x	
.063	0.063	250		14.2685	0.02850	3000	1.6			x		x		x	
.100	0.100	250		6.0180	0.07900	2500	1.6			x		x		x	
.125	0.125	250		4.2000	0.13000	2000	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.160	0.160	250		2.5500	0.31000	1900	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.200	0.200	250		1.6000	0.32000	1500	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.250	0.250	250		1.0495	0.54000	1300	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.315	0.315	250		0.8475	1.23000	1100	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.400	0.400	250		0.5350	1.40000	1000	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.500	0.500	250		0.3700	3.00000	900	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.630	0.630	250		0.2750	4.82000	300	1.6	x		x	x	x	x	x	x
.800	0.800	250		0.1635	9.35000	250	1.6	x		x	x	x	x	x	x
001.	1.00	250		0.1165	19.20000	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
1.25	1.25	250		0.0817	27.15000	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
01.6	1.60	250		0.0551	44.20000	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
002.	2.00	250		0.0452	92.70500	150	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
02.5	2.50	250		0.0305	138.00000	120	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
3.15	3.15	250		0.0231	202.00000	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
004.	4.00	250		0.0158	330.00000	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
005.	5.00	250		0.0117	544.00000	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x
06.3	6.3	250		0.0117	1093.03500	100	1.6	x	x	x	x	x	x	x	x

*4A-6.3A have an Interrupting rating 100A@350Vac.

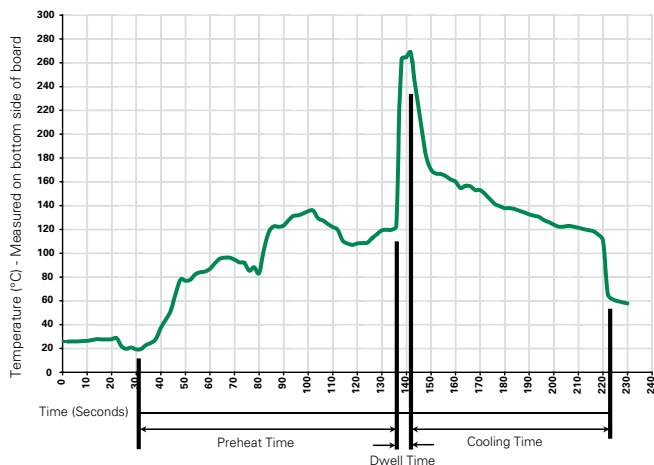
Temperature Derating Curve



Average Time Current Curves



Soldering Parameters - Wave Soldering



Recommended Process Parameters:

Wave Parameter	Lead-Free Recommendation
Preheat:	
(Depends on Flux Activation Temperature)	(Typical Industry Recommendation)
Temperature Minimum:	100° C
Temperature Maximum:	150° C
Preheat Time:	60-180 seconds
Solder Pot Temperature:	260° C Maximum
Solder Dwell Time:	2-5 seconds

Recommended Hand-Solder Parameters:

Solder Iron Temperature: 350° C +/- 5° C
Heating Time: 5 seconds max.

Note: These devices are not recommended for IR or Convection Reflow process.

Axial Lead & Cartridge Fuses

5×20 mm > Time-Lag > 219XA Series

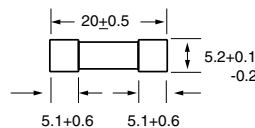
Product Characteristics

Materials	Body: Glass Cap: Nickel Plated Brass Leads: Tin Plated Copper
Terminal Strength	MIL-STD-202G, Method 211A. Test Condition A
Solderability	Reference IEC 60127 Second Edition 2003-01 Annex A
Product Marking	Cap 1: Brand logo, current and voltage rating Cap 2: Agency approval markings Series
Packaging	Available in Bulk (M=1000 pcs/pkg) or on Tape/Reel (MRET1=1000 pcs/reel)

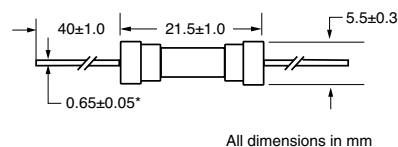
Operating Temperature	–55°C to +125°C
Shock	MIL-STD-202G, Method 107G, Test Condition B: (5 cycles –65°C to +125°C)
Vibration	MIL-STD-202G, Method 201A
Humidity	MIL-STD-202G, Method 103B, Test Condition A high RH (95%) and elevated temperature (40°C) for 240 hours.
Salt Spray	MIL-STD-202F Method 101D, Test Condition B

Dimensions

0219 000XAP



0219000XAEP



Notes:

* Ratings above 6.3A have 0.8±0.05 diameter lead.

Part Numbering System

0219 xxxx M XA E P

Series

Amp Code

Refer to Amp Code column of
Electrical Characteristics Table

Quantity Code

M = 1000

Packaging Code

X = Filler

A = Enhanced I sq t

Option Codes

Blank : Cartridge Type Fuse

E : Axial Leaded Fuse

Lead-free

Packaging

Packaging Option	Packaging Specification	Quantity	Quantity & Packaging Code	Taping Width
219XA Series				
Bulk	N/A	1000	MXA	N/A
Bulk	N/A	1000	MXAE	N/A
Reel and Tape	EIA 296-E	1000	MRAET1	T1=53mm (2.087")
Bulk	N/A	1000	MXG	N/A

Hoja de características del producto

Características

A9D34606

Interruptor diferencial iDPNa Vigi - 1P+N - 6A - 30mA clase AC



Principal

Gama de producto	IDPN Vigi
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iDPN Vigi
Tipo de producto o componente	Residual current breaker with overcurrent protection (RCBO)
Nombre corto del dispositivo	IDPNa Vigi
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	1P + N
Número de polos protegidos	1
Posición de neutro	Izquierda
Corriente nominal (In)	6 A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Sensibilidad ante fugas a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Type AC
Poder de corte	Icn 4500 A at 220...240 V AC 50 Hz conforming to EN/IEC 61009-2-1
Apto para seccionamiento	Sí acorde a EN/IEC 60947-2

Complementario


Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50 Hz
[Ue] tensión asignada de empleo	220...240 V AC 50 Hz
Límite de disparo magnético	5...10 x In
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión

[Ics] poder de corte en servicio	4500 A 100 % x Icn at 220...240 V AC 50 Hz conforming to EN/IEC 61009-2-1
Poder de corte y de cierre nominal	Idm 4500 A at 220...240 V AC 50 Hz conforming to EN/IEC 61009-2-1
Clase de limitación	3 acorde a EN/IEC 61009-2-1
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	400 V AC 50 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	4 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	ON, OFF, disparo por fallo
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución de embarrado tipo peine	Sí arriba o abajo :
Paso interpolar	9 mm (pedido por separado) Entre fase y neutro
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	125 g
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	20000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Single terminal, top or bottom flexible wire(s) 1...10 mm² max Single terminal, top or bottom flexible with ferrule wire(s) 1...10 mm² max Terminal simple, arriba o abajo rígido cableado(s) 1...16 mm² max
Longitud de cable pelado para conectar bornas	15 mm (arriba o abajo)
Par de apriete	2 N.m (arriba o abajo)
Protección contra fugas a tierra	Integrado
Código de compatibilidad	IDPN

Entorno

Normas	EN/IEC 61009-2-1
Certificaciones de producto	VDE
Grado de protección IP	IP40 para envoltorio modular acorde a IEC 60529 IP20 acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3
Categoría de sobretensión	III acorde a IEC 60364
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 250 A acorde a EN/IEC 61009-2-1
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % (55 °C)
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Sostenibilidad de la oferta

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: AASS)	Conforme - desde 1214 - Declaración de conformidad de Schneider Electric  Declaración de conformidad de Schneider Electric
REACH	La referencia no contiene SVHC La referencia no contiene SVHC
Perfil ambiental del producto	Disponible

Instrucciones para el fin del ciclo de vida del producto	No necesita operaciones específicas para reciclaje
--	--

Información Logística

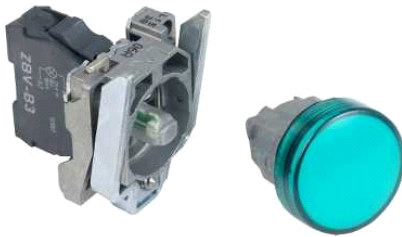
País de Origen	España
----------------	--------

Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

XB4BVB3

green complete pilot light Ø22 plain lens with integral LED 24V



Main

Range of product	Harmony XB4
Product or component type	Complete pilot light
Device short name	XB4
Bezel material	Chromium plated metal
Fixing collar material	Zamak
Mounting diameter	22 mm
Sale per indivisible quantity	1
Shape of signaling unit head	Round
Cap/operator or lens colour	Green
Operator additional information	With plain lens
Light source	Protected LED
Bulb base	Integral LED
Light source colour	Green
[Us] rated supply voltage	24 V AC/DC, 50/60 Hz

Complementary

Height	47 mm
Width	30 mm
Depth	54 mm
Terminals description ISO n°1	(X1-X2)PL
Product weight	0.08 kg
Resistance to high pressure washer	7000000 Pa at 55 °C, distance: 0.1 m
Connections - terminals	Screw clamp terminals : ≤ 2 x 1.5 mm ² with cable end conforming to EN/IEC 60947-1 Screw clamp terminals : 1 x 0.22...2 x 2.5 mm ² without cable end conforming to EN/IEC 60947-1
[Ui] rated insulation voltage	250 V (degree of pollution: 3) conforming to EN 60947-1
[Uimp] rated impulse withstand voltage	4 kV conforming to EN 60947-1
Signalling type	Steady
Supply voltage limits	19.2...30 V DC 21.6...26.4 V AC
Current consumption	18 mA
Service life	100000 h at rated voltage and 25 °C
Surge withstand	1 kV conforming to IEC 61000-4-5

Environment

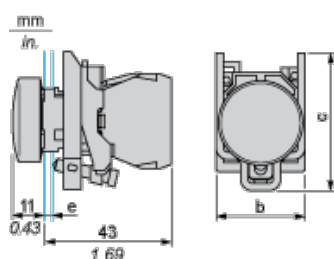
protective treatment	TH
ambient air temperature for storage	-40...70 °C
ambient air temperature for operation	-40...70 °C
class of protection against electric shock	Class I conforming to IEC 60536
IP degree of protection	IP67 IP66 conforming to IEC 60529 IP69K IP69
NEMA degree of protection	NEMA 13 NEMA 4X
IK degree of protection	IK06 conforming to IEC 50102
standards	EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4

product certifications	CSA UL listed
vibration resistance	5 gn (f = 12...500 Hz) conforming to IEC 60068-2-6
shock resistance	30 gn (duration = 18 ms) for half sine wave acceleration conforming to IEC 60068-2-27 50 gn (duration = 11 ms) for half sine wave acceleration conforming to IEC 60068-2-27
resistance to fast transients	2 kV conforming to IEC 61000-4-4
resistance to electromagnetic fields	10 V/m conforming to IEC 61000-4-3
resistance to electrostatic discharge	6 kV on contact (on metal parts) conforming to IEC 61000-4-2 8 kV in free air (in insulating parts) conforming to IEC 61000-4-2
electromagnetic emission	Class B conforming to IEC 55011

Contractual warranty

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

Dimensions



e : clamping thickness: 1 to 6 mm / 0.04 to 0.24 in.

b : 30 mm / 1.18 in.

c : 46.5 mm / 1.83 in.

Panel Cut-out for Pushbuttons, Switches and Pilot Lights (Finished Holes, Ready for Installation)

Connection by Screw Clamp Terminals or Plug-in Connectors or on Printed Circuit Board	Connection by Faston Connectors
<p>(1) Diameter on finished panel or support</p> <p>(2) 40 mm min. / 1.57 in. min.</p> <p>(3) 30 mm min. / 1.18 in. min.</p> <p>(4) Ø 22.5 mm / 0.89 in. recommended (Ø 22.3 mm ^{+0.4} / 0.88 in. ₀ ^{+0.016})</p> <p>(5) 45 mm min. / 1.78 in. min.</p> <p>(6) 32 mm min. / 1.26 in. min.</p>	

MAS0403015R5

MILD STEEL, SINGLE DOOR ENCLOSURE



With mounting plate

D	155
H	400
N° of locks	1
Openings	1
Item no.	MAS0403015R5
Size	210x56
Type	1S
W	300
Weight (kg)	7,20
d	137
h	370
w	250
Item no.	MAS0403015R5

Material: Body: 1.2 mm mild steel for enclosures with a depth of 155 mm / 1.4 mm for enclosures with a depth of 210 or 260 mm / 1.5 mm for enclosures with a depth of 300 or 400 mm, or if a height or width is 1000 mm or greater.

Body: Folded and seam welded. Four 8.5 mm diameter holes for wall fixing, pressed out in 20.4 mm diameter x 2 mm depressions to allow air circulation around the rear part of the enclosure.

Door: Surface mounted with 130° opening. Concealed removable hinges with captive pin. Hinges can be mounted to allow left or right hand opening. There are studs to mount door profiles MMDP included as standard. Sealing is ensured by an injected one piece polyurethane gasket.

Lock: Customized lock with double-bit for easy opening of the door. Double-bit 3 mm insert and 90° movement. 1000 mm high enclosures and above have espagnolette three point locking. Other inserts are available as an accessory.

Mounting plate: The mounting plate is marked vertically at 10 mm intervals for easy horizontal positioning of equipment. On the top and bottom there are holes to facilitate cable fixing. Fixed onto M8 press welded studs to the rear of the enclosure. All sides from 800 mm and above are strengthened by folded edges. By using the AMG accessory the mounting plate position can be adjusted to any depth.

Gland Plate Opening: Situated at the far rear of the enclosure to make cabling onto the mounting plate easier.

Protection: Complies with IP 66 | TYPE 4, 12, 13 | IK 10. For outdoor installation the use of a rain hood ARF and 100% polyester paint coating is recommended. The corrosion resistance must be taken into consideration.

Finish: RAL 7035 structured powder coating.

Delivery: Enclosure with door, and two door mounting profiles. Plastic double-bit 3 mm key, and mounting accessories. Earthing facilities.